

**Die Beziehungen zwischen der
Gesichtsbildung und der
Gaumenentwicklung bei gesunden
Jugendlichen**

(nach eigenen Untersuchungen)

Ulrich Kynast

1960



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554020_0057

AUS DEM ANTHROPOLOGISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Direktor: Prof. Dr. Dr. K. Saller

**Die Beziehungen zwischen der
Gesichtsbildung und der
Gaumenentwicklung bei gesunden
Jugendlichen**

(nach eigenen Untersuchungen)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ulrich Kynast
aus Breslau

München 1960

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. Dr. K. SALLER
Mitberichterstatter:	Professor Dr. B. ROMEIS
Dekan:	Professor Dr. Dr. H. EYER

Tag der mündlichen Prüfung: 11. Oktober 1960



MEINEN LIEBEN ELTERN GEWIDMET



GLIEDERUNG

A) Einleitung

Gedanken zur Themastellung.

B) Literarischer Teil

- I) Entwicklungsgeschichtliche Tatsachen.
- II) Die Bedeutung des Gaumens im anatomischen Bau des Gesichtsschädels.
- III) Faktoren, welche die Gaumenform und damit zum Teil die Gesichtsbildung beeinflussen.

C) Eigene Untersuchungen

- I) Untersuchungsmaterial.
- II) Methode.
 - a) Messinstrumente.
 - b) Messpunkte.
- III) Ergebnisse.

D) Zusammenfassung

E) Literaturverzeichnis

A) EINLEITUNG.

In den letzten Jahrzehnten gestaltete sich die Verbindung der Anthropologie mit der Orthodontie immer enger. Massgebend dafür war die Erkenntnis, dass das Gebiss in Form und Funktion nur in Verbindung mit dem Gesichtsschädel, dem Gesamtschädel, ja sogar mit dem gesamten Individuum betrachtet werden muss. KRETSCHMER hat diesen Gedanken in einen einzigen Satz zusammengefasst, denn er nennt unter anderem das Gesicht die Visitenkarte der Konstitution. (Wobei mit Konstitution der Habitus gemeint ist).

Die Veränderungen am menschlichen Körper und das Verhältnis der einzelnen Teile zueinander lassen sich, im Verlauf des Wachstums, sowohl an den Weichteilen als auch am Knochen bestimmen und ablesen. Das gilt ganz besonders auch für den Schädelknochen. Aus diesem Grunde ist auch die Frage berechtigt, was denn eigentlich die bestimmenden Einflüsse für das Wachstum und die Formgebung der Schädelknochen und ihre Beziehung zueinander sind. Denn es gibt kein Knochenstück am Schädel, welches nur seine Grösse allein ändert. Es ändert nämlich auch gleichzeitig seine Form, seine Richtung und seine Beziehung zu den nachbarlichen Partien.

In der vorliegenden Arbeit soll nun ein Beitrag zu diesen Problemen geleistet werden, indem untersucht wird, welche Beziehungen zwischen der Gesichtsbildung und der Gaumenentwicklung bei gesunden Jugendlichen bestehen.

B) LITERARISCHER TEIL.

I. ENTWICKLUNGSGESCHICHTLICHE TATSACHEN.

An den Anfang der Arbeit möchte ich kurz eine Betrachtung über die Entwicklung des Gesichtes stellen.

Am Kopfende des Keimes erfolgt eine Einstülpung des äusseren Keimblattes nach innen gegen den Urdarm (primitive Mundbucht), aus der sich am zwölften Tage nach Einreissen der trennenden Zellschichten die primitive Mundhöhle entwickelt. Sie wird oben vom unpaarigen Stirnfortsatz überdacht und seitlich von den paarigen Oberkieferfortsätzen begrenzt. Im Bereiche des Stirnfortsatzes stülpt sich nun das Gewebe nochmals ein (Nasenrinne), wodurch der Stirnfortsatz in einen mittleren und zwei seitliche Nasenfortsätze zerlegt wird, aus denen die Nase entsteht, wobei aus dem mittleren die Nasenscheidewand, der Zwischenkiefer und das Philtrum, aus dem seitlichen das Nasen-, Sieb- und Tränenbein hervorgehen.

Aus den Oberkieferfortsätzen entstehen die Oberkieferkörper, das Jochbein und innen als horizontale Fortsätze die Anlagen des harten Gaumens, die einander von der Seite her entgegenwachsen und sich in der Mittellinie miteinander und mit der Nasenscheidewand in der Richtung von vorne nach hinten vereinigen.

Der Unterkiefer entwickelt sich am unteren Rande der Mundbucht aus den paarigen Unterkieferfortsätzen, die im mesodermalen Gewebe an der Aussenseite des Meckel'schen Knorpels entstehen und erst im ersten oder zweiten Lebensjahr in der Mittellinie miteinander verschmelzen.

II. DIE BEDEUTUNG DES GAUMENS IM ANATOMISCHEN BAU DES GESICHTSCHÄDELS.

Um die Beziehungen zwischen der Gaumenform und der Gesichtsform besser beleuchten zu können, müssen wir uns zunächst mit der Anatomie des Gaumens, mit seiner Lage im Verband der Gesichts- und Hirnschädelknochen und mit den statischen Verhältnissen befassen.

Der Gaumen wird gebildet vom Processus palatinus des Oberkiefers. Zusammen mit dem der anderen Seite bildet dieser Dreiviertel des harten Gaumens, denn der Processus palatinus der Oberkieferknochen endet bereits in der Gegend des zweiten Molaren. Am hinteren Rande schliesst sich eine neue Lamina, die Pars horizontalis des Gaumenbeines an, die den harten Gaumen also nach rückwärts

verlängert. In der Mitte verläuft die *Sutura palatina mediana*, die eine Verbindung der Gaumenfortsätze des Oberkiefers und der Gaumenlamelle des Gaumenbeines der rechten und der linken Seite darstellt. Nach oben erhebt sich der mediale Rand zu einer Leiste: der *Crista nasalis*. An dieser setzen das Pflugscharbein und der Scheidewandknorpel, bzw. Knochen der Nase an. Die Wölbung des Gaumens ist zur Mundhöhle leicht konkav.

Die feinere Formgebung des Gaumens geschieht durch die äusserlich deutlich werdende Absetzung des weichen gegen den harten Gaumen, ferner durch die Entstehung der queren Gaumenfalten (WETZEL).

Die Schädelkapsel, ein in sich geschlossenes Gewölbe und der Gesichtsschädelknochen stellen zwei besondere statische Systeme dar, beide bilden aber gleichzeitig auch eine statische Einheit. Sie besitzen eine sehr wechselnde Wandstärke. Feste verstärkte Teile umschliessen schwache Füllungen. Sie stellen die senkrecht oder schräg oder im Bogen aufsteigenden Strebepfeiler und die sie verbindenden, meist horizontalen Balken oder Verstreben des Schädels dar. Als besondere konstruktive Einrichtungen sind im Inneren gelegene Verstrebenplatten zu nennen, die die äusseren Wandteile mit deren Pfeilern auseinander gestemmt halten. Sie stehen stets mit mehreren Pfeilern in Verbindung. Ferner sind besondere Gewölbebildungen im Inneren vorhanden, welche zum Teil aus nur schwachen Platten bestehen, aber infolge ihrer Anordnung von grosser Bedeutung sind, wie zum Beispiel das Gaumengewölbe. Für uns von Interesse ist vor allem die im Alveolarfortsatz des Oberkiefers steckende Zahnreihe, die dem vom Unterkiefer ausgeübten Kaudruck Widerstand leisten muss. Der Druck der Kieferknochen beim Kauen wird durch die Pfeiler und Streben aufgenommen und auf den vorderen Teil der Schädelkapsel und das Mittelhaupt (über Jochbogen und Keilbein) weitergeleitet, wo er dann schliesslich aufgefangen wird.

Die Belastung der Kieferknochen beim Kauakt und den enormen Kräften der Kaumuskulatur kommen bei der Konstruktion des Gesichtsschädels eine wesentliche Funktion zu. Eine Rolle spielen dabei die Lage der Ansatzflächen des Muskelapparates und die Angriffspunkte der Kaumuskulatur, wie deren Richtung.

Während die Mundschliesser am Unterkiefer bestrebt sind, den Kieferwinkel einzudrücken, liegt ihr Einflussgebiet an der Schädelbasis vorzüglich im Bereich der mittleren Schädelgrube. Diese Gegend erfährt zunächst einen kräftigen Zug von unten her; andererseits pressen die Mundschliesser die Zahnreihe des Unterkiefers gegen die obere Zahnreihe und den Gelenkfortsatz gegen die Schädelbasis. Das beweist, dass am Gesichtsskelett der Kaudruck nicht von der Muskelwirkung zu trennen ist. Die Stützpfeiler, die dem Kaudruck Widerstand leisten, bilden auch das feste Widerlager für die Ursprungsfelder der Kaumuskulatur.

Im wesentlichen sind drei Gesichtspfeiler zu unterscheiden, die den Kaudruck aufnehmen: Der Stirnnasenpfeiler, der Jochpfeiler und der Flügelgaumenpfeiler. Dieses Pfeilersystem baut sich auf dem Gaumengewölbe als Basis auf.

1) Die Stirnnasenpfeiler. Sie fangen hauptsächlich den Druck der Schneidezähne und der Eckzähne auf. Den Hauptbestandteil bildet beiderseits der oben in den Stirnfortsatz des Oberkiefers auslaufende Eckzahnpfeiler. Durch seitliches Ausweichen der Pfeilermasse wird eine Umgehungs konstruktion für die Nasenhöhle geschaffen. Daran ist besonders der harte Gaumen beteiligt. Als schwächere Streben wirken ausserdem noch die Nasenseidewand, die den Druck vom knöchernen Gaumen auf das Nasendach, die mittlere gewölbte Vertiefung der vorderen Schädelgrube und den Keilbeinkörper überträgt, sowie die Seitenwand der Nasenhöhle.

2) Der Jochpfeiler nimmt den Kaudruck vom ersten Molaren auf, ferner vom zweiten Prämolaren und manchmal noch vom zweiten Molaren. Er bildet mit dem Stirnnasenpfeiler eine Umgehungs konstruktion für die Augenhöhle. Die quere, horizontale Verstrebung zwischen beiden Pfeilern ist der untere und obere Augenhöhlenrand. Die Druckableitung erfolgt einmal senkrecht in die Höhe zum Stirnbein bis zur Linea temporalis. Eine weitere Ableitung besteht in horizontaler Richtung, sie verläuft über das Jochbein nach rückwärts bis zum hinteren Ende der Linea temporalis. (KRANZ) Beide Ableitungen stehen über den Bogen der Schläfenlinie miteinander in Verbindung.

3) Der Flügelfortsatzpfeiler. Er besteht hauptsächlich aus dem Flügelfortsatz des Keilbeines und aus Teilen des Gaumenbeines, (senkrechte Platte und Processus pyramidalis). Dieser Pfeiler nimmt den Kaudruck der beiden hinteren Molaren auf. Er stützt sich auf den Keilbeinkörper, also auf die zweite Verstreibungsplatte des Schädels.

Wenn man den Verlauf dieser Druckpfeiler überprüft, dann zeigt sich, dass sie ohne anatomische Grenzen zu wahren, von einem Knochen auf den anderen übergehen. Auch daraus sehen wir die Geschlossenheit im Aufbau des Schädels. Es fehlt nun noch die gemeinsame Abstützung nach oben. Diese Aufgabe übernimmt die Schädelkapsel, deren besondere Festigkeit jeder normalen Beanspruchung genügt.

Für die Stabilität im unteren Abschnitt des Schädels ist unter anderem noch der Gaumen von besonderer Bedeutung. Er bildet mit seinem hinteren Abschnitt eine starke horizontale Verstrebung zwischen den Flügelfortsatzpfeilern. Da er seitwärts in die Mundhöhlenplatte des Mahlzahnabschnittes des Alveolarfortsatzes übergeht, verbindet er auch als quere Verstrebung die Gebiete der Jochpfeiler. Der vordere Anteil des harten Gaumens ist an der Verstrebung der unteren Hälfte

der beiden Stirnnasenpfeiler stark beteiligt. Folglich stellt der ganze knöcherne Gaumen eine Verstreibungsplatte für die drei eigentlichen Gesichtspfeiler dar. Er stemmt sie auseinander. Ferner trägt er vorn unmittelbar den Druck der Schneidezähne und übernimmt ausserdem noch Teile des Kaudruckes der übrigen Zähne.

Es liegt nun klar auf der Hand, dass zwischen Gebiss und Kopfskelett enge anatomische und funktionelle Beziehungen bestehen. Die Ausbildung und Funktion des Gebisses hat einerseits Einfluss auf die Formgestaltung des Schädels, andererseits ist aber auch die Gebissform von der Schädelform abhängig (GÜNTHER).

III) FAKTOREN, WELCHE DIE GAUMENFORM UND DAMIT ZUM TEIL DIE GESICHTSBILDUNG BEEINFLUSSEN.

Um das Schädelgefüge und das Gesicht beurteilen zu können, müssen wir von einer feststehenden Basis ausgehen, von einem Punkt, um den sich die einzelnen Knochen gruppieren. Die Sutura palatina longitudinalis durchschneidet in der Längsrichtung den Gaumen in der Mitte. In diese Sutura senkt sich das Septum der Nase und teilt den Gesichtsschädel in zwei gleiche Hälften. Durch den Vergleich dieser Hälften - in dem uns im allgemeinen die Nasensecheidewand als eine Richtschnur dienen kann, - vermögen wir krankhaft übersteigerte Asymetrien im Gesichtsskelett zu beurteilen.

Nun interessieren aber diejenigen Faktoren, die in der Lage sind, die Form des Gaumens und somit auch des gesamten Gesichtsschädels beeinflussen können. Nach HERRFURTH ist das Kiefergerüst das Ergebnis seiner Anlage, seiner Umgebung und seiner Funktion. Damit sind auch schon die Möglichkeiten einer Formbeeinflussung aufgezeigt.

Der Gedanke ist naheliegend, dass mit dieser Form des Gesichtsschädels auch die Form des Kieferbereichs in einer gewissen Beziehung steht. Ausgangspunkt für diese morphologischen Verhältnisse sind zunächst die genetischen Grundlagen und die sich auf dieser Basis entwickelnde individuelle Konstitution.

WETZEL findet, dass die Form von Kiefer und Gesicht auch vom jeweiligen Geschlecht abhängen. Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten geben uns dahingehend Aufschluss. Der weibliche Schädel ist im ganzen gesehen breiter. Seine Schädelbasis ist etwas kleiner, als die des männlichen Schädels. Die geringere Höhe des weiblichen Gesichtes beruht hauptsächlich auf einer kleineren Apertura piriformis und einer schwächeren Entwicklung beider Kiefer. Die Augenhöhlen und die Nasenwurzel sind in ihrer Ausdehnung dem männlichen Schädel etwa gleichzustellen. Derselben Meinung sind auch WEIDENREICH und FEUBER, die sagen, dass der

weibliche Schädel in sämtlichen Zeitepochen im allgemeinen kürzer -, breiter - und tiefergesichtiger ist als der männliche. SALLER schreibt zu diesem Thema, dass es den Anschein hat, als ob die Körpermasse zunächst geschlechtlich etwas stärker differenziert wären als die von ihm berücksichtigten Kopfmasse. Die geschlechtliche Differenzierung der Körpermasse geht auf die Pubertätsjahre zu, d.h. bei den 10-jährigen, zurück, entsprechend der Tatsache, dass in den Pubertätsjahren, z.B. die weibliche Körperlänge diejenige der Knaben zeitweise überholt. Ähnlich verhält es sich offenbar auch mit anderen Körpermassen. Für die Kopfmasse ist eine ähnliche Reduktion auf die Pubertät zu, nicht deutlich.

Alle Kopfmasse sind, soweit sich beurteilen lässt, von Geburt an, beim weiblichen Geschlecht kleiner als beim männlichen. In den Pubertätsjahren wird dieser Unterschied dann noch teilweise erheblich gesteigert. Die grössten Geschlechtsunterschiede ergeben sich, soweit sie für unsere Arbeit von Interesse sind, nach SALLER, bei der Ohrbreite, Nasenbreite, Unterkieferwinkelbreite, morphologischer Gesichtshöhe, Nasenhöhe und Ohrlänge. Nase und Ohr sind nicht nur in der Länge und Breite geschlechtsunterschieden, sondern ebenfalls in zahlenreichen Einzelheiten, die durch die Masse nicht ausgedrückt werden können. Das gilt auch für die Entwicklung von Mund, Kiefer und Kinn. Die Tatsache, dass sich das männliche Geschlecht während der Entwicklung in seiner Körperbildung ganz allgemein stärker von der kindlichen Stufe entfernt und die Frauen "infantiler" bleiben, spiegelt sich auch in den kleineren Dimensionen des Geschlechtes wieder.

Bei der Besprechung der Umweltfaktoren sind zunächst Einflüsse zu erwähnen, die über viele Generationen hinweg für die Formgebung des Schädels von Bedeutung sind. Auf Einzelheiten wird später noch genauer eingegangen.

SALLER berichtet über Veränderungen der Kopfform in Bayern.

	Langschädel -%o-	Mittelschädel -%o-	Rundschädel -%o-
Ältere Eisenzeit (Hallstattperiode)	59	20	21
Römerzeit 2. -4. Jahrh.(Regensbg.)	23	42	35
Völkerwanderungszeit (Südbayern)	42	44	14
Frühes Mittelalter (Lindau)	32	36	32
Spätes Mittelalter (Südbay.)	50		50
Neuzeit Schwaben	1	16	81
Altbayern	0	9	92

Ferner berichten SANDBERG und MELLQUIST, dass in Schweden und Grönland die Prozentzahlen der Langschädel abnimmt. Aus ihrem Bericht geht hervor, dass sich die Gesichtsbreite verringert und die Gesichtslänge vergrößert hat, wobei diese Zunahme sehr beachtlich ist. Sie bringen diese Tatsache mit der grossen Zahl von Anomalien in der Stellung der Zähne und Kiefer in Beziehung.

Sehr instruktiv sind auch die Ergebnisse SCHURICHTS, der schreibt: "Während eine frühzeitige Extraktion oder auch eine Aplasie Anlass zu einer Schmälerung des Zahnbogens gibt, tritt andererseits eine Verbreiterung bei einer Überzahl oder bei einer abnormen Zahnbreite nicht ein. Die Tatsache, dass mehr als die Hälfte aller Schulkinder an Kieferkompression leidet, unterstreicht die aus den Behandlungsfällen gewonnenen Erkenntnisse, dass eine Tendenz zur Kieferverkleinerung vorliegt, wenngleich wir wissen, dass eine Reihe von Umwelteinflüssen sich auf den wachsenden Zahnbogen auswirken können, die ebenfalls eine Entwicklungshemmung auslösen. Die umweltbedingten Einwirkungen dürften aber durch die festgestellte Schmälerungstendenz des Kiefers eine wesentliche Unterstützung erfahren."

Im Ablauf des individuellen Lebens können eine Reihe von Einzel-faktoren für die Gaumenbildung von besonderer Bedeutung sein. Zahlreiche Wissenschaftler haben sich mit diesen Faktoren beschäftigt, die ich nun im Einzelnen anführen will.

LANDSBERGER praktizierte, um in exakter Weise Klarheit zu erhalten, bezüglich des Einflusses des Nasenseptums auf die Verlängerung der Nasenhöhle, folgendes Tierexperiment: Er entfernte bei einem jungen Hund den vorderen Teil der Nasenscheidewand. Nach einem halben Jahr wurde der Kopf dann skelettiert und untersucht. Die Wirkung trat schon klar zutage. Dort wo das Septum fehlte, trat die Nase nur wenig nach unten, sie verlief im Gegensatz zum hinteren Teil des Schädels im deutlichen Winkel nach oben.

Mehr noch aber als das Septum helfen zur Verlängerung der Nasenhöhle die Zähne mit. Der Nasenboden scheint unmittelbar durch den Einfluss der Zähne abwärts bewegt zu werden. LANDSBERGER sieht in den Zähnen das zweite Moment, das neben dem Nasenseptum das Lumen der Nasenhöhle verlängert und so neben der palatinalen Wachstumstendenz das Gaumendach formt.

Zum Beweis entfernte LANDSBERGER bei einem eben geborenen Hund auf der einen Seite des Oberkiefers die Zahnkeime. Er konnte damit zeigen, dass diese Seite des operierten Hundes bis zur Occipitalschuppe degenerierte. Diese Degeneration machte sich aber auch in der Tiefe des Schädelgefüges bemerkbar. Als er bei diesem Hund das Skelett der Nase freilegte, trat folgendes Bemerkenswerte zutage. Auf der Seite, wo die Zahnkeime entfernt worden waren, war der Nasenboden nicht so weit herabgetreten, wie auf der nicht operierten Seite.

FRANKE hingegen vertrat die Ansicht, dass die Vergrößerung des Nasenlumens durch Resorption vor sich gehe. Auf diese Weise könnte der Nasenboden ebenfalls nach unten treten, und die Nasenhöhle müsste sich dann naturgemäss verlängern. Bei dieser Vorstellung wird aber der Verbreiterung der Nase nicht Rechnung getragen.

Zur Klärung dieser Ansicht machte LANDSBERGER folgendes Tierexperiment. Er fütterte einen jungen Hund mit Krapp (ein Alizerinfarbstoff). Dieser Farbstoff hat die Eigenschaft, jungen, sich eben bildenden Knochen rot anzufärben. Damit konnte LANDSBERGER den Beweis erbringen, dass das Wachstum an den Nähten und am Alveolarfortsatz erfolgt, während die Gaumenplatte selbst frei von jeglicher Färbung bleibt. Würde sich nun die Nasenhöhle nach FRANKE durch Resorption und Apposition von Knochen verlängern, so müsste am Gaumen, wo die Apposition stattfindet, stets neuer Knochen gebildet werden und dieser wiederum müsste dann durch Rotfärbung kenntlich sein. Auch die Verbreiterung der Nasenhöhle hängt neben der eigenen Wachstumsenergie des palatinalen Teiles, vornehmlich von den Zähnen mit ihrer zentrifugalen Wachstumstendenz ab.

Nach LANDSBERGER sind für das Breitenwachstum des Gesichtsschädels drei Faktoren massgebend. Einmal ist es die Wachstumsenergie des palatinalen Teiles des Oberkiefers, ferner der Vomer in seinem Einfluss auf die Sutura palatina und schliesslich der wachsende Zahnkeim, welcher nach LANDSBERGER der "souveräne Herrscher" ist.

Ohne den trophischen Reiz des wachsenden Zahnkeimes ist die Entwicklung des Gaumens begrenzt und der Wachstumstrieb des Vomers allein machtlos. Das zeigen auch neben den geschilderten Versuchen von LANDSBERGER, jene Fälle, wo zwei Menschen von Geburt an zahnlos waren. Ihre Oberkiefer waren im Wachstum völlig zurückgeblieben. Die Zähne modellieren also den Gesichtsschädel. Dort wo der Wachstumstrieb der Zahnkeime fehlt, fehlt auch das Längen- und Breitenwachstum des Schädels. Dort wo die Wachstumsrichtung der Zähne von der normalen Richtung abweicht, ist auch die Schädelentwicklung anormal.

Ein das Längenwachstum fördernder Einfluss kommt auch den Zuwachszähnen zu, die ab dem sechsten Lebensjahr in der Norm am Ende der geschlossenen Zahnreihe durchbrechen. Unter den Impulsen der sich entwickelnden und durchbrechenden Molaren hinter der intakten Zahnreihe werden aber nicht nur starke Bewegungsschübe auf die Zähne in mesialer Richtung ausgelöst, sondern gleichzeitig, auch die Breiten- und Höhenentwicklung des Alveolarfortsatzes nachhaltig gefördert.

LANDSBERGER berichtet unter anderem über die Halbretention eines Sechsjährmolaren, die eine starke Verschiebung der Mittellinie nach der befallenen Seite zur Folge hat. Gleichzeitig stellte er auf der betroffenen Seite Kreuzbiss fest, also Annäherung an die Sutura palatina.

BAUME weist darauf hin, dass im jugendlichen Kiefer vermutlich grosse Spannungen herrschen. Eine Kieferverkürzung tritt als Folge einer frühzeitigen Molarenextraktion ein. Damit sei der längenwachstumsfördernde Einfluss der Zuwachszähne bewiesen (BAUME). Er schliesst sich damit der Meinung von KANTOROWICZ an, der erkannt hat, dass zwei Faktoren das Längenwachstum der Kiefer bedingen. Einmal spielt ein erbter Wachstumsfaktor eine Rolle und zweitens ein Wachstumsfaktor, der abhängig ist von der Entwicklung der Zuwachszahnung. Wenn z. B. auf der einen Seite der erste Molar frühzeitig entfernt wurde, kommt es zu einem nach mesial verlagerten Druckbruch des zweiten Molaren. Der Wachstumsfaktor, der abhängig ist von der Entwicklung der Zuwachszahnung fällt demnach weg. Als Folge stellt sich eine Kieferverkürzung der entsprechenden Seite ein.

Auch LENNARTS betont die Wichtigkeit des durchbrechenden Zahnes. Bei der Entwicklung der Oberkieferzähne wird auf das Schädelwachstum ein trophischer Reiz ausgeübt. Kleinere Anomalien erstrecken sich meistens nur auf den Alveolarfortsatz, während bei den grösseren häufig der Kiefer selbst beteiligt ist. Letztere wirken sich im Oberkiefer wegen seiner engen Beziehung zum Gesamtschädel und besonders zur Nasenhöhle sehr ungünstig aus.

Überhaupt hat das vorzeitige Zugrundegehen von Milch- und bleibenden Zähnen schwerwiegende, störende Folgen auf die Entwicklung von Kiefer und Gesicht (NOLTEMEIER). Therapeutische Entfernung kann jedoch einmal zur Besserung des Profilwachstums vorgenommen werden. Im Laufe des Wachstums verschiebt sich das gesamte Profil nach vorn und zwar so, dass die treibenden Kräfte im Eigenwachstum der Gesichtsknochen liegen, und in der Vorwärtsschiebung des Gebisses, die durch die bleibenden Molaren hervorgerufen wird. Durch die Entfernung der Prämolarenkeime wird das Profilwachstum aufgehoben, indem sich der Molaren-Druck nicht auf die Front erstreckt, sondern die entstandene Lücke schliesst. Das Profilwachstum wird also um die Prämolarenbreite aufgehoben.

DUYSINGS teilt die Schädelentwicklung in zwei Wachstumsperioden ein, die voneinander durch eine lange Zwischenzeit getrennt sind. Er weist in dieser Hinsicht auch auf die Wichtigkeit der Zahnkeime und deren therapeutische Entfernung zur Bekämpfung der Stellungsanomalien hin. Er teilt die Schädelentwicklung also in eine erste Periode, von der Geburt bis zum siebten Lebensjahr. Die Zwischenzeit dauert dann bis zur Pubertät. Daran schliesst sich die zweite Periode, die dann bis zum vollständigen Wachstumsabschluss reicht.

Im jugendlichen Alter ist das Gesicht nicht nur im Verhältnis zum Schädel relativ kleiner, sondern es ist auch am Schädel in einem anderen Winkel befestigt. Besonders das Höhenwachstum und die Entwicklung der Alveolarfortsätze in mesialer

Richtung haben auf die Bildung des Gesichtes eine ausschlaggebende Wirkung. DUYSINGS weist ferner auf die Wichtigkeit im Wachstumsablauf des Unterkiefers hin, der jedoch im Vergleich zu der harmonisch abgestimmten Entwicklung des Kieferkörpers, der Alveolarfortsätze, der Zähne und der Weichteile des Oberkiefers eine gewisse Selbständigkeit aufweist.

KORKHAUS stimmt mit NOLTEMEIER überein, wenn er sagt: "Die starke Auswirkung hemmender Einflüsse, wie sie durch den frühzeitigen Verlust von Zähnen gegeben sind, auf den gesamten Oberkiefer, also auf den Kieferkörper und den Gaumen, ist offensichtlich. Es besteht kein Zweifel, dass bei starkem Zurückbleiben des oberen Frontzahnbogens auch die Lage der Spinal nasalis anterior mit beeinflusst ist und - um ein anderes Beispiel zu nehmen - bei einer einseitigen Wachstumshemmung des oberen Zahnbogens durch frühzeitige Extraktion auch die Entwicklung des Nasenbodens und der Kieferhöhle benachteiligt wird."

REICHERT führt als weiteren Punkt, der die Gesichtsbildung beeinflusst, die Zunge an. Man kann die Schädelformen in zwei grosse Gruppen einteilen, die der Dolichocephalen oder Langschädel und die der Brachycephalen oder Rundsädel. Die ersteren sollen nach REICHERT lange und schmale, die letzteren breite und kurze Zungen haben. Die Zunge wirkt sich demnach auf dem Umweg über die Kiefer neben anderen Faktoren auf die Form des Schädel* aus, da die Mundhöhle den negativen Abdruck der Zunge im Ruhezustand wiedergibt. Ein Ruhezustand der Zunge ist nach Entspannung der Binnen- und Skelettmuskulatur denkbar. Die seitliche Druckkraft der Zunge tritt besonders bei der Bildung der Vokale e und i auf, da sie hier mehr Platz braucht als bei dem Vokal a. Ist der Mundhöhlenraum aber beschränkt, dann fällt die Zunge in den weiteren Rachenraum zurück. Ihre Antagonisten, die Lippen und die Wangen erhalten nun das Übergewicht und vermögen die Zahnreihen nach rückwärts oder seitwärts zu bewegen. Eine Folge davon sind wiederum Deformierungen, die im vorderen Drittel grösser als im hinteren Drittel sind. REICHERT sagt, je länger und breiter durch den Einfluss der Zungengrösse die Kiefer werden, um so weiter werden die Nasengänge und um so seltener werden die Septumdeviationen, die als Produkt der Raumbeengung zu betrachten sind.

Auch MÖBIUS erwähnt die Zunge und ihre Bedeutung als formendes Element für die Kiefer. Neben statischen - dynamischen Einwirkungen der Zunge glaubt er auch an biologische Beeinflussungsmöglichkeiten und erinnert in diesem Zusammenhang daran, dass die ernährenden Gefässe im Bereich des Oberkiefers entlang der inneren Oberfläche ausgedehnter Hohlraumgebilde unter der Schleimhaut der Nase und der Nebenhöhlen verlaufen. Die respiratorischen Druckschwankungen mit der Auswirkung auf die Gefässe entfallen bei der Beibehaltung der Mundatmung und können so stoffwechselhemmend Einfluss auf das Knochenwachstum ausüben.

Ein weiterer Punkt, dessen Einfluss auf die Gesichtsbildung nicht unterschätzt werden darf, ist der hohe Gaumen. EHRHARDT versucht in seiner Arbeit eine Zusammenfassung der Ursachen und Folgen zu geben. Es wurde bei Untersuchungen festgestellt, dass bei Flaschenkindern Oberkieferkompressionen häufiger angetroffen werden, als bei Brustkindern. Da die Flaschenkinder gewohnheitsmäßig weiter am Finger und am Schnuller saugen würden, so steigere sich die Kompression gewissermassen noch. Ein anderer Klärungsversuch besagt, dass eine Erweichung des Oberkiefers auf rachitischer Basis prädestiniert sei für einen Steilgaumen. Man neigt zu der Annahme, dass beim Vorhandensein einer Rachitis und einer Behinderung der Nasenatmung sowohl der Luftanprall gegen das Gaumendach, als auch der stete Druck und Zug der Wangenweichteile und der Kaumuskulatur den Kiefer verbilden können.

Diese Faktoren sollen bei gleichzeitig fehlendem Gegendruck der Zunge von innen nach aussen bewirken, dass die Alveolarfortsätze gegen die Mittellinie näherücken, womit ein Ausweichen des Gaumens nach oben und des Zwischenkiefers nach vorne verbunden sein soll.

KANTOROWICS lehnt das jedoch ab. Er bemerkte nur eine Kompression im Prämolarengebiet. Es wird ferner auf eine Gaumendeformität bei behinderter Nasenatmung hingewiesen. Ob aber die behinderte Nasenatmung das Primäre und die Gaumenveränderung folglich das Sekundäre ist, konnte noch nicht geklärt werden. Eine andere Ursache des hohen Gaumens wird in einer falschen Lagerung der Zahnkeime gesehen. Wenn die Keime unterhalb des Nasenbodens und in gerader Richtung nach unten gelagert sind, so bleibt der Nasenboden (= das Gaumendach) in beiden Dimensionen (nach unten und nach aussen) zurück, und die Alveolarfortsätze entwickeln sich parallel nach unten. Dadurch soll also der hohe Gaumen entstehen.

GERLACH vertritt die Ansicht, dass bei adenoider Wucherung, die ja eine Mundatmung zur Folge hat, nur bei entsprechender Disposition eine Kieferdeformation auftritt. Er sagt, dass beim "Habitus adenoideus" eine starke maxilläre Kompression auftritt. Die Adenoiden werden vorwiegend von dem schmalgesichtigen, leptoprosopon Typ gestellt. (Dieser Meinung ist auch EHRHARDT.) Diese individuelle Anlage, die Neigung des schmal angelegten Oberkiefers, zu vorzugsweise vertikal-sagittal orientiertem Wachstum, unterstützt die zur transversalen Verengung neigenden Kräfte. GERLACH hält es nicht für unwahrscheinlich, dass es auch über die kapilläre Stase zu einer Wachstumsbeeinflussung von Kieferteilen kommen kann. Nach LANDSBERGER ist durch behindertes Breitenwachstum des Schädels beim hohen Gaumen die Sutura intermaxillaris unterentwickelt. Dadurch kann es zu schweren Zirkulationsstörungen und Stauungshyperämien am ganzen Schädel kommen, deren Folge, wie eben GERLACH sagt, eine Wachstumsbeeinflussung von Kieferteilen sein kann. Die Störungen auf dem hormonellen und va-

somotorischen Versorgungssektor müssen zweifels ohne das Schädelwachstum negativ beeinflussen.

METHLING gibt als Ergebnis seiner Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Neuro- und Splanchnokranium zum Gaumen folgendes an. Die Gaumenhöhe steigt von den niedrigen zu den hohen Schädeln an. Sie ist am kleinsten bei den Breitgesichtern und am grössten bei den Schmalgesichtern.

LANDSBERGER hat im Rahmen seiner weit angelegten Untersuchungen auch die Form des Gaumens einer eingehenden Betrachtung unterzogen. Er schreibt: Der hohe Gaumen ist durch eine sehr nach unten gelagerte Zahnanlage bedingt. Die Folge davon ist, dass der Processus alveolaris, dessen Gestaltung von der Wachstumsrichtung der Zähne abhängt, nach unten verlagert ist, so dass das Gaumendach erhöht erscheint. Liegt nun die zu sehr nach unten gelagerte Zahnanlage mehr nach aussen, so entsteht der hohe weite Gaumen. Gleichzeitig aber bedingt die zu sehr nach unten gelagerte Zahnanlage, dass die Wurzeln der Zähne nicht die Nasenhöhe erreichen. Die Folge davon ist, dass kein Breitenwachstum des Oberkiefers zustande kommt, und die Nase sich selbst nicht genügend erweitern kann. LANDSBERGER begründet seine Ansicht mit der zentrifugalen Wachstumstendenz der Zähne und beweist es auch durch einen Tierversuch.

Er entfernte bei einem jungen Hund die faciale Wand des Oberkieferknochens. Die bleibenden Zähne brachen dann auch an dieser Stelle durch.

ADLER machte ebenfalls Untersuchungen über die Entwicklung des Gesichtes und der Kiefer. Er beobachtete auch den Unterkiefer genauer. Er kam zu dem Schluß, dass für die Entwicklung des Unterkiefers seine Beweglichkeit im Kiefergelenk determinierend ist. Sie wird ferner durch das Vorhandensein der Zähne beeinflusst, wobei diese aber nicht als Stimuli für sich, sondern lediglich als Kraftüberträger fungieren.

Äusserst interessant sind in diesem Zusammenhang auch die Beiträge von DERICHSEWILER und FREVERT - BOELCKE über die Gaumennahterweiterung bzw. Gaumennahtsprengung.

DERICHSEWILER hatte von der Gaumennahterweiterung folgende theoretische Vorstellung. Er sagt: wenn man den Oberkiefer im Seitenzahngebiet im genügenden Masse erweitert, muss sich der Gaumen, da ja das Material gleich bleibt, senken. Die Verbreiterung im Seitenzahngebiet und im Gebiet der Kieferbasis muss sich auf die umliegenden Skeletteile mitteilen, es muss also eine Verbreiterung der Nasenhöhle und eine Senkung des Nasenbodens eintreten. Gemeinsam mit ZIEGELMAYER wurden sowohl am nichtentkalkten wie auch am entkalkten Schädel die Gaumennahterweiterung durchgeführt. Am nichtentkalkten Schädel um festzustellen, welche Nähte des Schädels durch die Gaumennahterweiterung

beansprucht werden. Am entkalkten Schädel, um Bedingungen zu erreichen, die bezüglich der Elastizität denen am Lebenden etwas näher kommen.

Hier die Ergebnisse am nichtentkalkten Schädel: Erweiterung der Sutura palatina medialis; Trennung der beiden Oberkieferhälften im Frontalbereich; Lockerung der Naht zwischen Stirnbein, Processus frontalis maxillae und dem Nasenbein; Spaltung des Septumfusses; Öffnung der gesamten Sutura palatina bis zur Spina nasalis posterior; Lockerung der Verbindung zum Processus pterygoideus; Lösung der Naht zwischen Lamina orbitalis (papyracea) und Facies orbitalis maxillae; Lockerung der gesamten Oberkieferverankerung im Frontalbereich; Lockerung der Pars petrosa (Pyramide) des Schläfenbeines.

Durch die Gaumennahterweiterung werden also viele Nähte des Gesichtsschädels und der Schädelbasis beansprucht. Da diese Nähte aber Wachstumszentren darstellen, wird ein allgemeiner Wachstumsreiz auf den Gesichtsschädel ausgeübt.

BRODIE führte experimentelle Untersuchungen über das normale Wachstum des Schädels- und des Gesichtsskeletts durch. Durch Fütterung und Injektion mit Alizerinfarbstoffen, sowie durch Fernröntgenaufnahmen konnte er das normale Wachstum beobachten. Er stellte dabei fest, dass dieses nach Schluss der Fontanellen im wesentlichen an den Nähten der einzelnen Knochen erfolgt.

Nun die Ergebnisse am entkalkten Schädel. Es erfolgt eine Dehnung des Gaumens und des Nasengewölbes, eine Senkung des Gaumendaches und des Nasenbodens, ferner eine Begradigung des Nasenseptums.

FREVERT - BOELCKE schreibt über die Gaumennahtsprengung. Sie wird in Erwägung gezogen bei Fällen, die einen extremen hypoplastischen Oberkiefer mit ein- oder doppelseitigen Kreuzbiss im Molarengbiet aufweisen. Diese Patienten klagen auch meistens über eine Verstopfung der Nasengänge. Die Forscherin fasst den Gesichtstyp unter dem Begriff V-Typ zusammen. Die Stim ist in der vertikalen und transversalen V-förmig, gleichfalls die Nasenwurzel, der Nasenrücken und die Partie Nasenflügel - Nasenspitze, ferner die Oberkieferbasis, der Gaumen und der Oberkieferzahnbogen. Das Kinn hat gleichfalls V-Form. Mit der Gaumennahtsprengung wird aber nach FREVERT-BOELCKE keine Senkung des Gaumendaches erzielt. Durch die kurzfristig erzielte Erweiterung tritt eine aussergewöhnliche Spannung im Gaumengewölbe auf, die im frontalen Bereich die Nahttrennung mit Diastemabildung erzeugt und im Molarenbereich den elastischen Knochen so aufbiegt, dass ein verstärktes Wachstum angeregt wird, und dieses besonders im Bereich des Alveolarfortsatzes erfolgt.

BOBER und Mitarbeiter haben in ausgedehnten Untersuchungsreihen festgestellt, dass durch erfolgreiche kieferorthopädische Behandlung des Steilgaumens in einem grossen Prozentsatz Regulationsstörungen des innersekretorisch - vegetativen

Systems ausgeglichen werden können. So wurden Erfolge erzielt bei Hypothyreose, juvenilem Diabetes, Dystrophia adiposogenitalis, Kreislauffunktionsstörungen zentraler und peripherer Art. Andererseits wurden in einigen Fällen von Thyreotoxikose nach der kieferorthopädischen Behandlung eine Verschlechterung des Krankheitsbildes beobachtet. Tierexperimentelle Untersuchungen zeigten nach Dehnungsmassnahmen am Oberkiefer eines Hundes eine reaktive Hyperämie im Zwischenhirn - Hypophysensystem (BOBER), so dass es naheliegend ist, den Einfluss der kieferorthopädischen Massnahmen auf die innersekretorisch - vegetativen Konstitutionen auf diesem Weg zu erklären.

WEIDENREICH bezeichnet Menschen mit Kieferanomalien und hyperplastischen Lymphoepithelien und lymphatischen Organen als Mesenchymschwächlinge. Betreffs Kieferkompression mit hohem Gaumen stellt er fest, dass man diesen Kindern bei der Betrachtung des Gesichtes die erschwerte Nasenatmung ansehe. Der Nasenrücken pflege sehr scharf zu sein.

ZIEGELMAYER bringt eine Zusammenfassung von Faktoren, die für die Kieferverkürzung massgebend sind. Im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Menschen kommt es neben einer Verkleinerung gewissermassen zu einer Rückverlagerung der zahntragenden Kieferteile. Diese Tendenz wird noch durch Umwelteinflüsse beschleunigt, wie z.B. durch mangelnde Kautätigkeit (ADLOFF). Die laufende Verfeinerung der menschlichen Nahrung stellt an die Kaumuskulatur immer geringere Anforderungen. Daraus resultiert bei einigen Muskeln eine zunehmend geringergradige Ausbildung. Mangelhafte Funktion der einzelnen Kaumuskeln wirkt sich aber negativ auf die Kieferbildung aus.

Zu diesem Thema bringt LENNARTS die Ansicht einiger Autoren (PRICE, J. VOGT und H. VOGT). Die Funktion der Kaumuskulatur, also der Kauakt, gestaltet die Oberkieferform und die Zahnstellung. Es wird in dieser Arbeit hingewiesen, dass der Kauapparat mehr ist als nur eine Speisezerkleinerungsmaschine.

C) EIGENE UNTERSUCHUNGEN.

I. UNTERSUCHUNGSMATERIAL:

Zur Ermittlung der Beziehungen zwischen der Gesichtsbildung und der Gaumenentwicklung bei gesunden Jugendlichen wurden zwei getrennte Stichproben für Knaben und Mädchen erhoben, wobei jede Stichprobe ausserdem noch in verschiedene Altersklassen gegliedert wurde. Jede dieser Altersklassen umfasst den Zeitraum eines Lebensjahres und zwar in der Weise, dass etwa in der Klasse der Sechsjährigen die Probanden mindestens 5 Jahre 7 Monate, höchstens jedoch 6 Jahre 6 Monate alt waren. Bei den anderen Altersklassen war das Vorgehen analog.

Die Stichprobe bei den Knaben erstreckt sich über 13 Altersklassen (von 6 bis 18 Jahren), diejenige bei den Mädchen über 11 Altersklassen (von 6 bis 17 Jahren). Die 16-jährigen Mädchen wurden nicht berücksichtigt. Jede dieser Altersklassen umfasst je 10 Probanden, so dass also insgesamt 130 Knaben und 110 Mädchen erfasst wurden. Diese Zahlen beziehen sich aber nur auf die in der Statistik tatsächlich berücksichtigten Probanden. Die Anzahl der Probanden insgesamt und in den einzelnen Altersklassen ist also sehr gering, daher kann im Verlauf der Auswertung des Materials nur das Prinzipielle festgestellt werden.

Erhoben wurden diese Stichproben an Schulen der Stadt Landshut in Niederbayern, so dass sämtliche Probanden ihren Wohnort in Landshut und Umgebung haben. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es sich bei den Probanden ausschliesslich um Kinder der alteingesessenen Bevölkerung handelt, vielmehr sind in allen Altersklassen auch Kinder von Flüchtlingen, die vorwiegend aus den früheren deutschen Ostgebieten stammen, vertreten. Das Material muss daher vom Standpunkt der Populations-Genetik als inhomogen angesehen werden. Das wird bei der Interpretation der gewonnenen Ergebnisse zu berücksichtigen sein.

II. METHODE.

a) Messinstrumente.

Über die Messinstrumente und Messtechnik sagt SALLER in seinem Leitfaden der Anthropologie: "Die Anthropologie (R. MARTIN) hat eine ausgedehnte Messtechnik ausgearbeitet, um eine Anwendung und Prüfung genetischer Gesichtspunkte für den Menschen zu ermöglichen und mit dem Zweck morphologische Merkmale durch exakte Ausdrücke vergleichbar zu machen. Die Gewinnung solcher wissenschaftlich einwandfreier Zahlen ist gebunden an genaue Instrumente, eine bewährte und gewissenhaft durchgeführte Messtechnik - allgemein ist heute die MARTIN'sche Technik in Gebrauch - an geübte Beobachter, ein geeignetes Material und

an eine einwandfreie statistische Materialverarbeitung."

Zur Abnahme der geforderten Masse verwendeten wir das Anthropometer, den Tasterzirkel, den Gleitzirkel, das Bandmass und den Korkhauszirkel. Der Tasterzirkel fand Anwendung bei der Messung der grössten Kopflänge, der grössten Kopfbreite, der kleinsten Stirnbreite, der Jochbogenbreite und der Unterkieferwinkelbreite. Mit dem Gleitzirkel wurden die Masse für die Gesichtshöhe, die Nasenhöhe, die Nasenbreite und den inneren Augenwinkelabstand abgenommen. Das Anthropometer wurde zur Messung der Ohrhöhe verwendet. Das Bandmass zur Messung des grössten Kopfumfanges, und der Korkhauszirkel zur Bestimmung der geforderten Gaumenmasse. (Vordere Zahnbogenlänge, - Breite und Tiefe; hintere Zahnbogenlänge, - Breite und Tiefe.)

b) Messpunkte.

Die Entfernung der einzelnen Messpunkte voneinander, die im folgenden zum besseren Verständnis erläutert werden sollen, ergab das jeweilige gewünschte Mass.

grösste Kopflänge:

Glabella - Opistokranium

(Glabella = vorspringenster Punkt am unteren Rand des Stirnbeines zwischen den Augenbrauen.

Opistokranium $\hat{=}$ der am meisten nach hinten vorragende Punkt des Hinterhauptbeines in der Mediansagittalebene.)

grösste Kopfbreite:

Euryon - Euryon

(Euryon = seitlichster Punkt der Kopfseitenwand.)

kleinste Stirnbreite:

Frontotemporale - Frontotemporale

(Frontotemporale = medialster Punkt der Linea temporalis.)

Unterkieferwinkelbreite:

Gonion - Gonion

(Gonion = seitlichster Punkt am Unterkieferwinkel.)

Gesichtshöhe:

Nasion - Gnathion

(Gnathion = der Punkt des Unterkieferrandes, der mediansagittal am meisten nach unten vorragt.

	Nasion = Kreuzungspunkt der Sutura nasofrontalis mit der Mediansagittalen.)
Nasenhöhe:	Nasion - Subnasale
Nasenbreite:	Nasenflügelbegrenzung
innerer Augenwinkelabstand:	Entokanthion - Entokanthion (Entokanthion = die Umschlagsfalte des oberen und unteren Augenlides am inneren Augenwinkel.)
Ohrhöhe:	Tragion - Vertex (= Ohr - Bregmahöhe = Kalottenhöhe. Vertex = höchster Punkt des Scheitels. Tragion = die Erhebung (Knorpel) vom vor dem Gehörgang.)
grösster Kopfumfang:	grösster Umfang des Kopfes in Höhe der Glabella und des Opisthokraniums.
DIE GAUMENMESSPUNKTE.	(gemessen nach der Methode von KORKHAUS, direkt im Mund.)
vordere Zahnbogenbreite:	(= Prämolarenbreite.) Mitte der Fissur der ersten Prämolaren.
vordere Zahnbogenlänge:	ist der lotrechte Abstand des vorspringendsten Punktes der Labialflächen auf die Verbindungsgerade der Prämolarenmesspunkte.)
vordere Zahnbogentiefe:	ist der lotrechte Abstand von der Verbindungsgeraden der Prämolarenmesspunkte auf die Raphe palatina.)
hintere Zahnbogenbreite:	(= Molarenbreite.) Mitte der Fissur der ersten Molaren.
hintere Zahnbogenlänge:	ist analog der vorderen Zahnbogenlänge mit dem Lot auf die Verbindungsgerade der Molarenmesspunkte.
hintere Zahnbogentiefe:	ist analog der vorderen Zahnbogentiefe.

c) Ergebnis.

Zunächst werden die Altersveränderungen der einzelnen abgenommenen Masse dargestellt und besprochen. Das Ergebnis wird mit dem aus der Arbeit von WÜNSCHE verglichen.

1) Die grösste Kopflänge. (Abb. 1)

Sie zeigt eine schwankende Zunahme sowohl bei den Knaben als auch bei den Mädchen. Die Knaben besitzen mit einer Ausnahme in jedem Lebensalter eine grössere Kopflänge als die Mädchen. Nur die 13-jährigen Mädchen haben nach unserem Material eine etwas grössere Kopflänge als in dem Material von WÜNSCHE. Diese Differenz ist wohl auf den kleinen Stichprobenumfang im vorliegenden Material zurückzuführen.

WÜNSCHE konnte in seiner Arbeit eine stetige Zunahme der Kopflänge feststellen. Wenn das im vorliegenden Material nicht ebenso kontinuierlich zutrifft, so ist das offensichtlich wiederum auf den kleinen Stichprobenumfang zurückzuführen. Betrachtet man den Wachstumszuwachs in jedem Jahr, so fällt auf, dass bei beiden Geschlechtern Perioden eines schnelleren Kopflängenwachstums von Perioden mit einem geringeren Wachstum abgelöst werden. Besonders bei den 7-jährigen und 15-jährigen Knaben ist ein steiler Anstieg der Werte zu ersehen. In diesem Sinne ist auch in unserem Material charakteristisch, dass bei den 12 bis 13-jährigen Mädchen und bei den 15 bis 16-jährigen Knaben ein deutlicher Wachstumsschub einsetzt. Man kann also sagen, dass unsere Werte, von einigen Schwankungen abgesehen, mit den Ergebnissen von WÜNSCHE übereinstimmen.

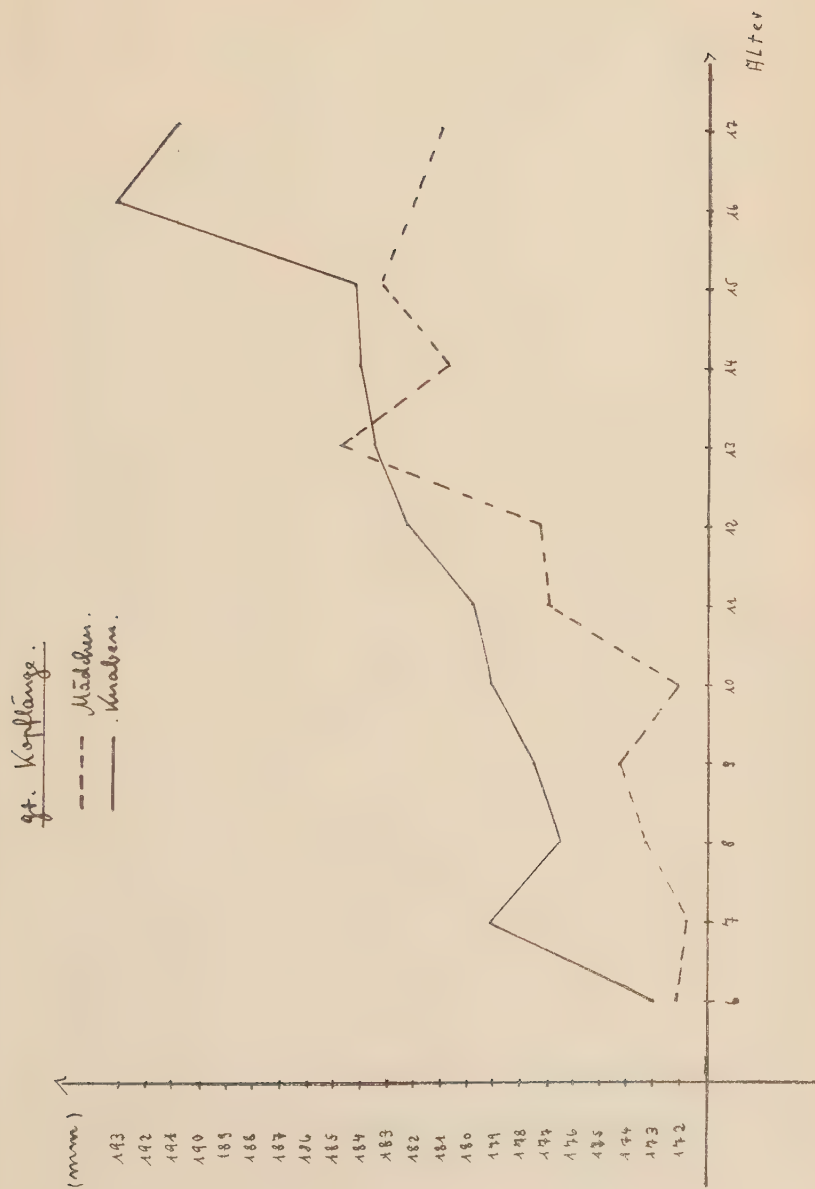
2) Die grösste Kopfbreite. (Abb. 2)

Die Werte für die Kopfbreite der Knaben sind in allen Altersklassen grösser als die der Mädchen. Wieder zeigen beide Geschlechter eine Wachstumszunahme um das achte Lebensjahr. Danach folgt eine Periode der Ruhe. Unsere fallenden Werte in diesen Altersklassen dürfte eine Erscheinung sein, die wiederum mit dem geringen Stichprobenumfang erklärt werden kann. Auch WÜNSCHE schreibt, dass der Wachstumszuwachs im Kindesalter, ebenso wie bei der Kopflänge, am grössten ist. Bei ihm zeigte sich auch hier bei den Knaben bis zum achten Lebensjahr ein auffallend kleiner Wert, der dann stark anstieg. Bei den Mädchen tritt die Erscheinung ein Jahr später ein. Dieses Ergebnis können wir im Grossen und Ganzen bestätigen.

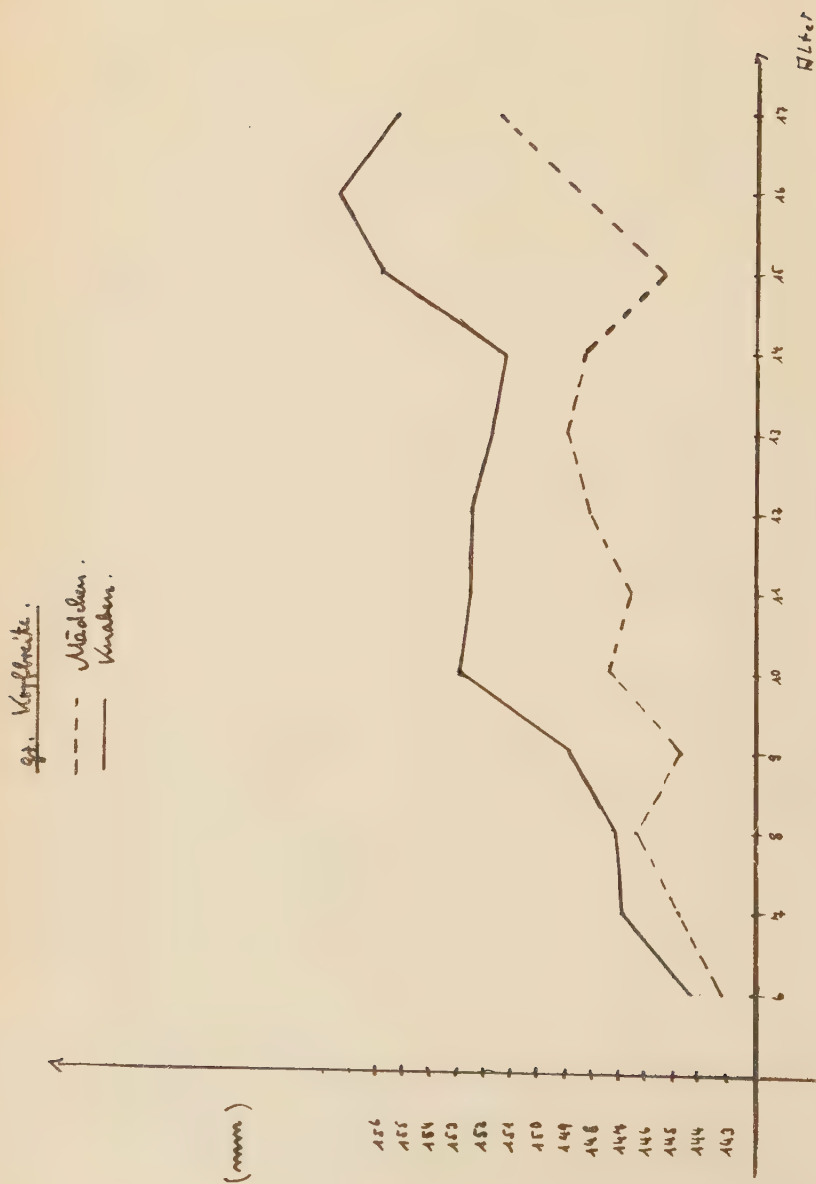
3) Die kleinste Stirnbreite. (Abb. 3)

Die geschlechtlichen Unterschiede sind im vorliegenden Material ebenso wie im Untersuchungsmaterial anderer Autoren (z.B. WÜNSCHE), sehr gering. Nach unseren Werten setzt um das achte Lebensjahr ein verhältnismässig stetiges Wachstum ein. In den Alterklassen davor scheint ein gewisser Ruhezustand vorhanden gewesen zu sein. Auch WÜNSCHE schreibt von einer geringen Wachstumszunahme der

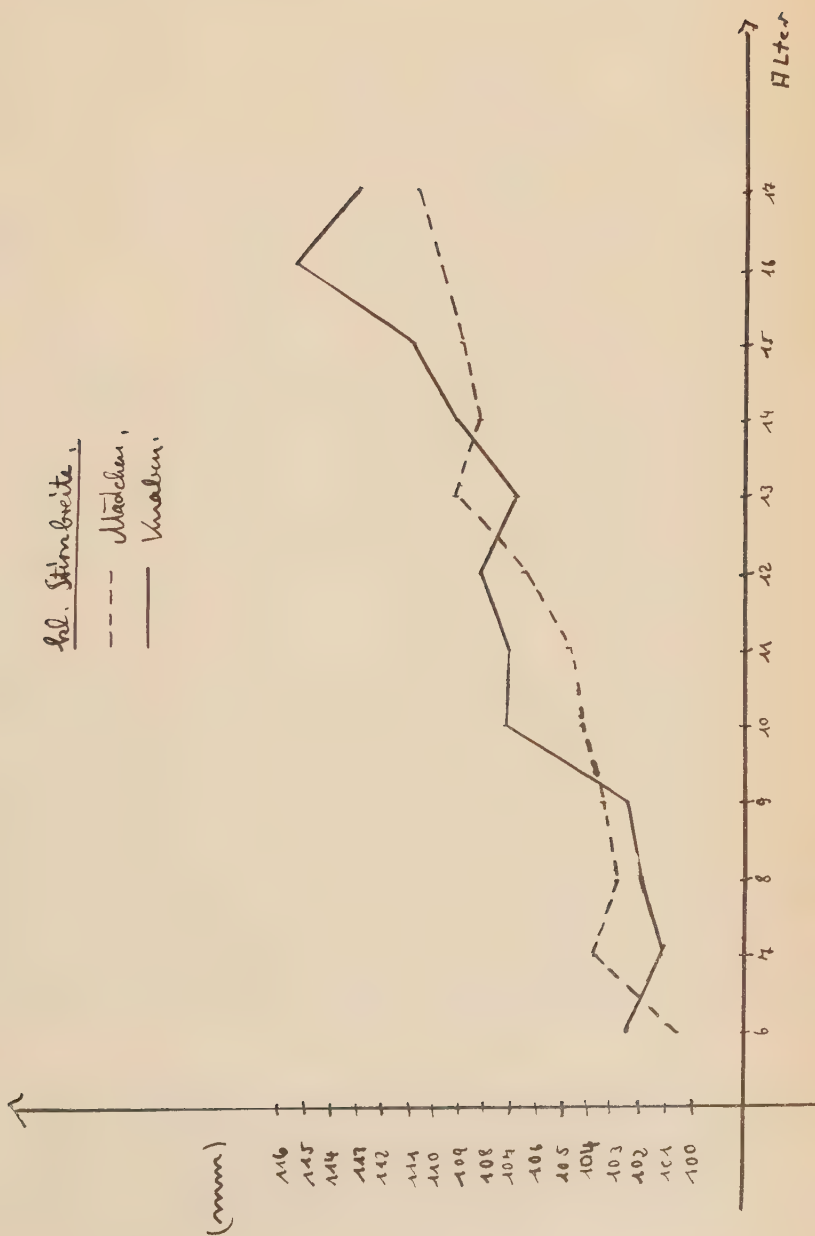
A B B I L D U N G 1



A B B I L D U N G 2



A B B I L D U N G 3



Werte zwischen dem zehnten und dem zwanzigsten Lebensjahr. Er gibt beim männlichen Geschlecht den Wert 6,5 mm an, während er bei uns ungefähr bei 10 mm liegt. Beim weiblichen Geschlecht liegen die Verhältnisse ähnlich.

4) Die Jochbogenbreite. (Abb. 4)

Dieses Mass zeigt sowohl bei den Knaben als auch bei den Mädchen eine beinahe stetig fortlaufende Zunahme. Der Unterschied zwischen beiden Geschlechtern ist in jeder Altersklasse fast gleich gross. Die Wachstumszunahme ist im zehnten Lebensjahr ziemlich stark und sinkt dann wieder etwas ab. Die Werte, die WÜNSCHE für das Jochbogenbreitenwachstum zwischen dem zehnten und dem zwanzigsten Lebensjahr angibt sind etwas kleiner als unsere, jedoch kann man sagen, dass unsere Ergebnisse mit denen von WÜNSCHE im Bereich zwischen dem sechsten und dem 17. Lebensjahr ziemlich übereinstimmen.

5) Innerer Augenwinkelabstand. (Abb. 5)

Bei dem inneren Augenwinkelabstand haben wir es mit einem Mass zu tun, das durch keine Knochenpunkte fixiert ist, sondern vielmehr durch Weichteilveränderungen am inneren Augenwinkel noch beeinflusst wird. Die geschlechtlichen Unterschiede bewegen sich um 1 mm, was sich aber bei diesem kleinen Mass relativ stark in der Wachstumskurve auswirkt. Die Annahme von WÜNSCHE, dass der innere Augenwinkelabstand nach dem zehnten Lebensjahr nicht mehr nennenswert grösser wird, glauben wir bestätigen zu können. Sonst weisen die Masse in unserem Material eine starke Schwankung auf.

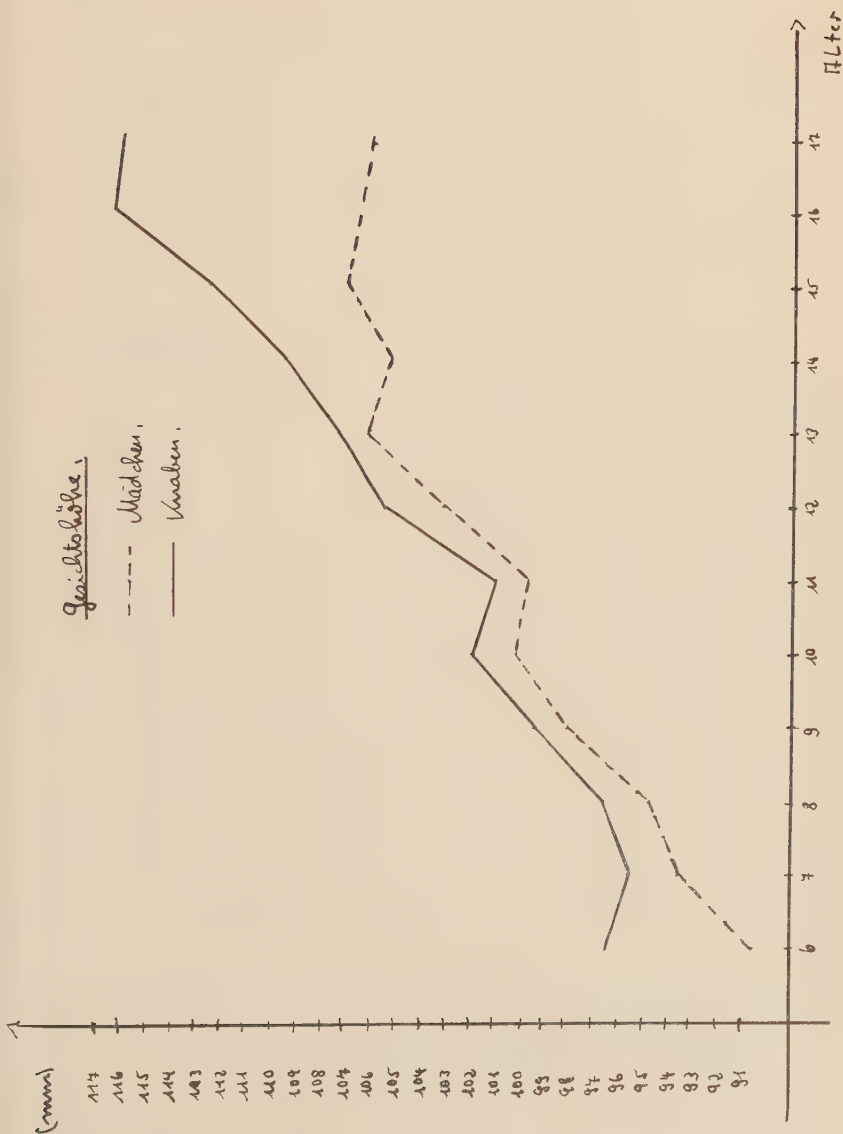
6) Die Unterkieferwinkelbreite. (Abb. 6)

Sie nimmt von Jahr zu Jahr stetig zu und ist bei den Knaben stets grösser als bei den Mädchen. Der Geschlechtsunterschied schwankt etwas, ist aber nie grösser als 4,9 und nie kleiner als 1 mm, mit Ausnahme der 6-jährigen Mädchen, bei denen der Wert fast ebenso gross ist wie bei den Knaben. WÜNSCHE schreibt von einem Tiefpunkt im Wachstum um das siebente Lebensjahr, auf den wiederum ein sehr starkes Wachstum um das achte Lebensjahr folgt. Auch das können wir nach unseren Ergebnissen bestätigen. WÜNSCHE stellt vom zehnten bis zwanzigsten Lebensjahr eine Zunahme der Unterkieferwinkelbreite beim männlichen Geschlecht um 13,3 mm und beim weiblichen um 7,9 mm fest. Obwohl unsere Werte sowohl bei den Knaben als auch bei den Mädchen nur bis zu den 17 jährigen gemessen wurden, glauben wir, ebenfalls einen solchen Wachstumszuwachs angeben zu können.

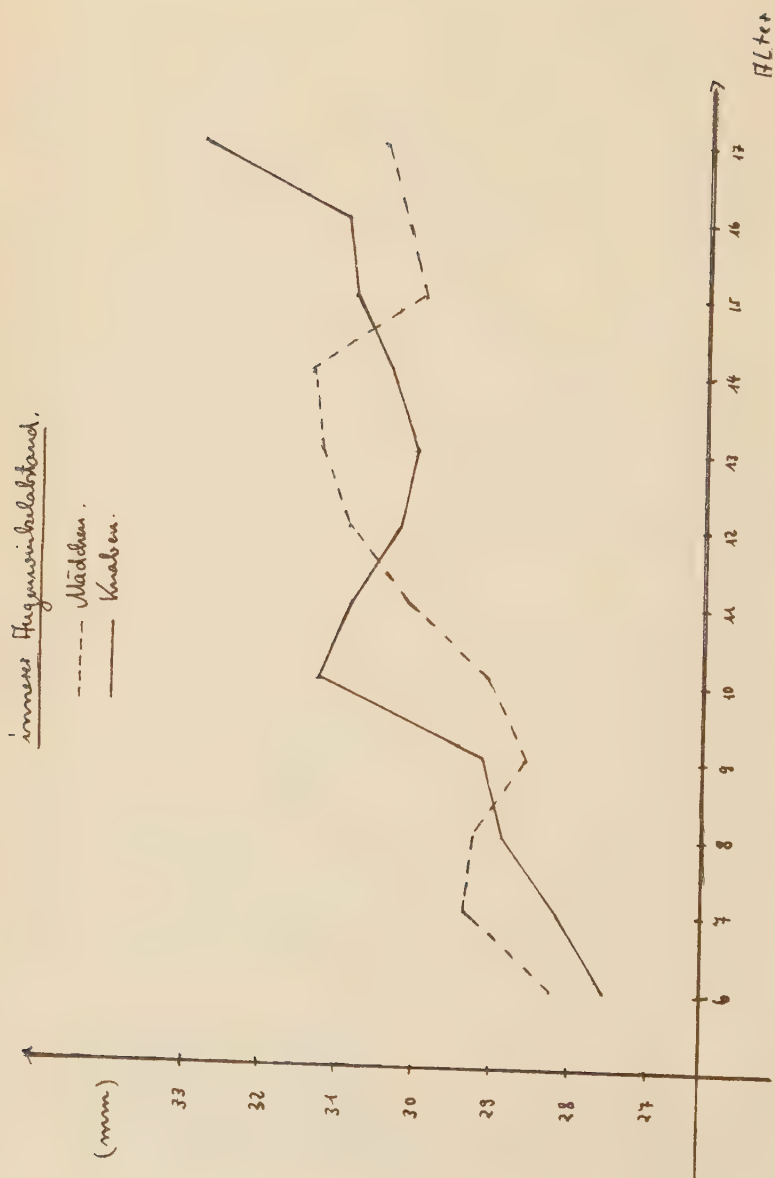
7) Die Gesichtshöhe. (Abb. 7)

WÜNSCHE schreibt, dass die Zuwachsraten beim Wachstum der Gesichtshöhe bis zum siebenten Lebensjahr immer mehr an Grösse verlieren. Das Wachstum der Gesichtshöhe setzt aber dann zwischen dem siebenten und achten Lebensjahr bei den Knaben und nach dem neunten Lebensjahr bei den Mädchen erneut verstärkt

A B B I L D U N G 4



A B B I L D U N G 5

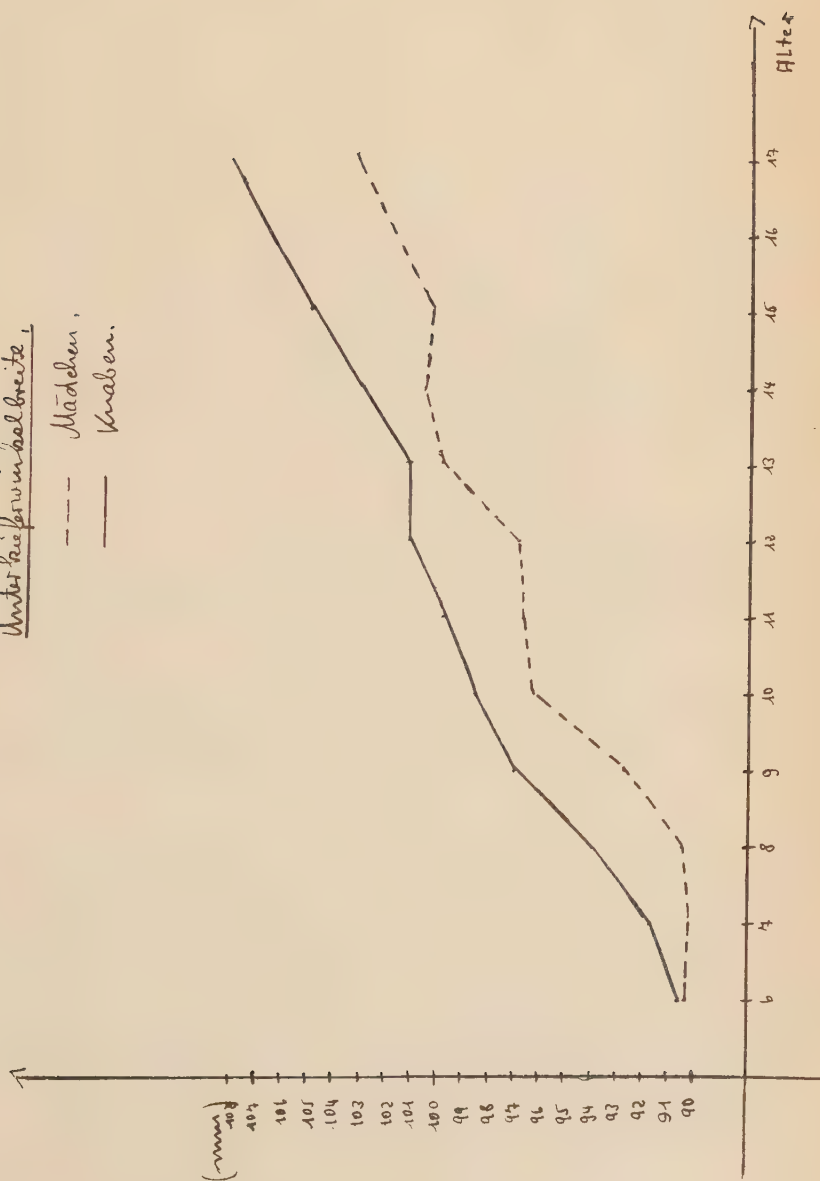


A B B I L D U N G 6

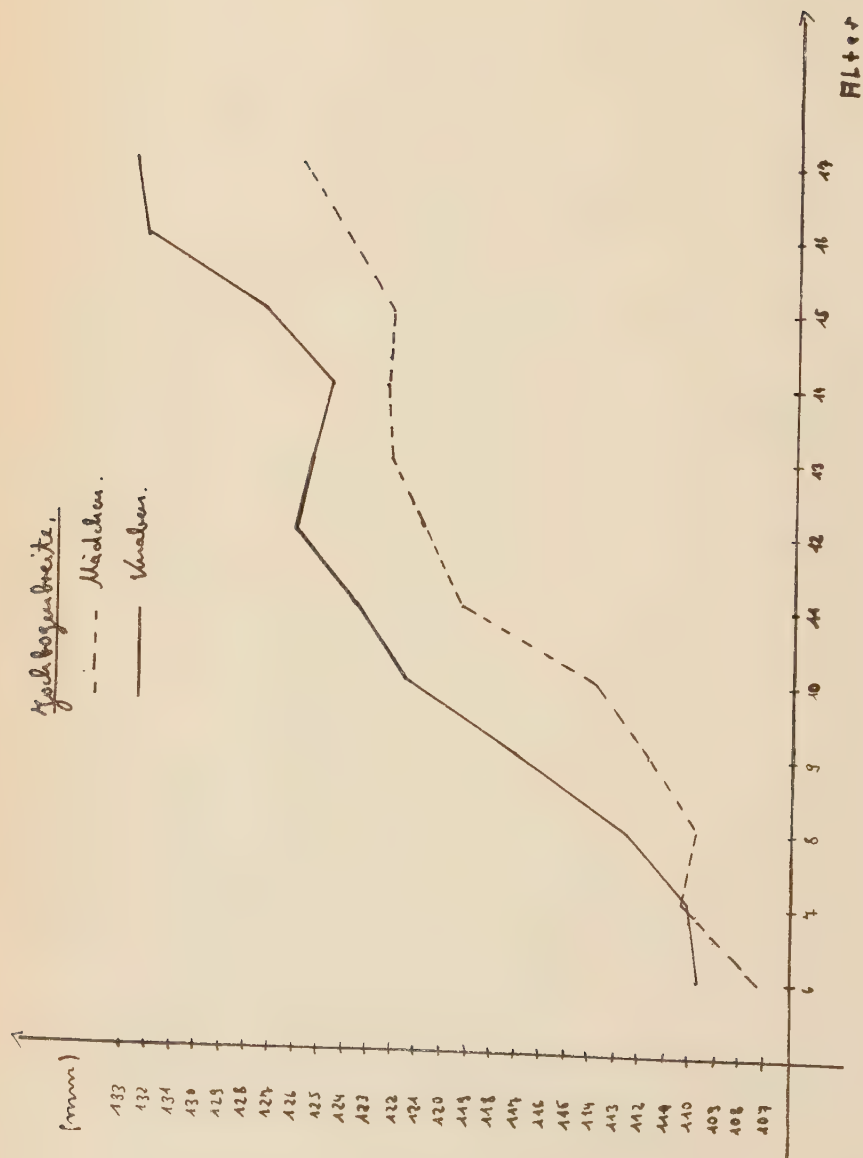
Unterkieferwinkelbreite,

--- Mädchen,

— Knaben.



A B B I L D U N G 7



ein. Dieses Ergebnis können auch wir bestätigen. WÜNSCHE schreibt weiter, dass eine weitere starke Vergrößerung im Wachstum zwischen dem zehnten und zwanzigsten Lebensjahr eintritt. Das männliche Gesicht verlängert sich in der Pubertät fast doppelt so stark wie das weibliche. Der Geschlechtsunterschied erreicht nun nach WÜNSCHE 10 mm. Auch dieses Ergebnis können wir nach unseren Aufzeichnungen bestätigen.

8) Die hintere Zahnbogenlänge. (Abb. 8)

Bei den Gaumenmassen können wir leider keinen Vergleich mit entsprechenden Ergebnissen aus der Arbeit von WÜNSCHE anstellen, da diese Masse von ihm nicht berücksichtigt worden sind. Bei unseren Ergebnissen fällt eine ziemlich starke Schwankung der Messwerte auf. Vor allem weisen die Masse zwischen dem neunten und dem vierzehnten Lebensjahr bei den Knaben und zwischen dem neunten und dem dreizehnten Lebensjahr bei den Mädchen eine abfallende Tendenz auf. Im Alter von neun und fünfzehn Jahren zeigen sich bei den Mädchen grössere Werte als bei den Knaben. Um das siebente bis achte Lebensjahr stellt sich wieder eine starke Zunahme im Wachstum ein, die, wie schon oben ausgeführt wurde, von einer Periode fallender Werte abgelöst wird. Dann steigen die Messwerte bei den dreizehnjährigen Knaben bzw. bei den vierzehnjährigen Mädchen wieder an. Anschliessend schwanken die Werte dann noch einmal.

9) Die vordere Zahnbogenbreite. (Abb. 9)

Auch diese Masse weisen starke Schwankungen im Wachstumsablauf auf. Die Werte steigen um das achte und neunte Lebensjahr an, um dann ziemlich stark nach oben und unten zu schwanken. Auch diese Unregelmässigkeiten dürften in verstärktem Masse auf den kleinen Stichprobenumfang zurückzuführen sein.

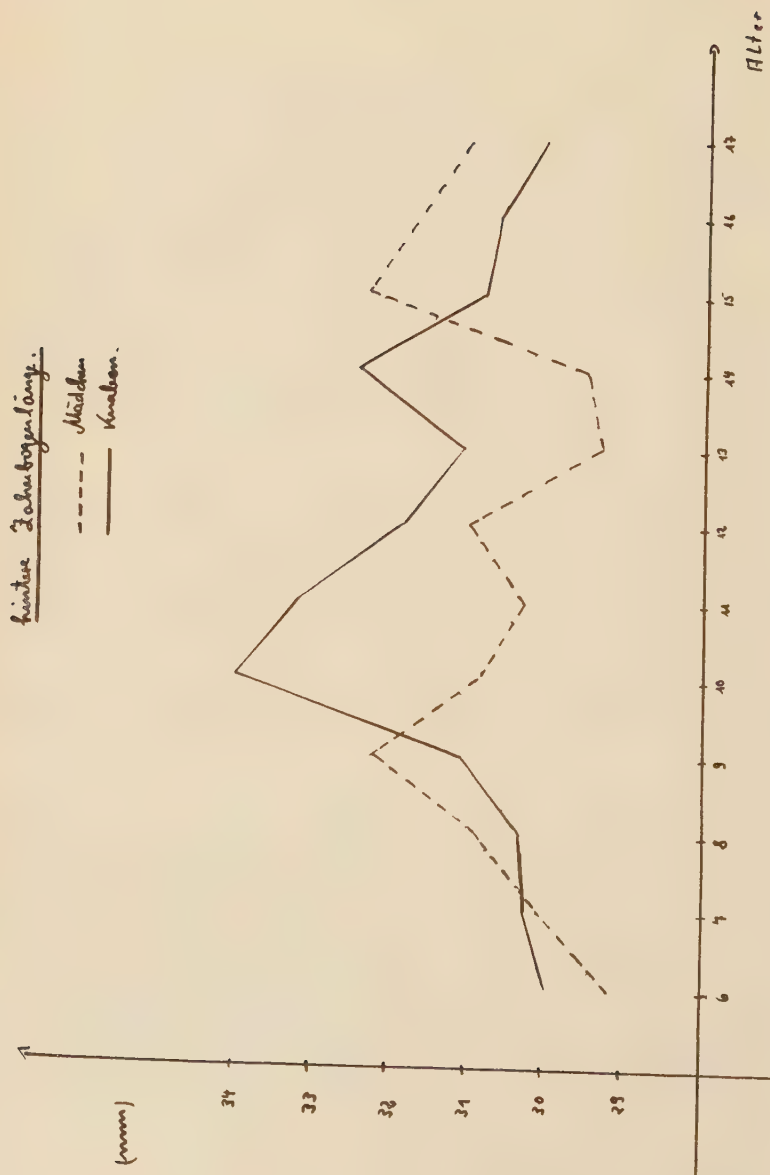
10) Die hintere Zahnbogenbreite. (Abb. 10)

Hier liegen die Dinge fast genauso, wie sie bei der vorderen Zahnbogenbreite geschildert wurden, also starke Schwankungen der Messwerte in den einzelnen Altersklassen.

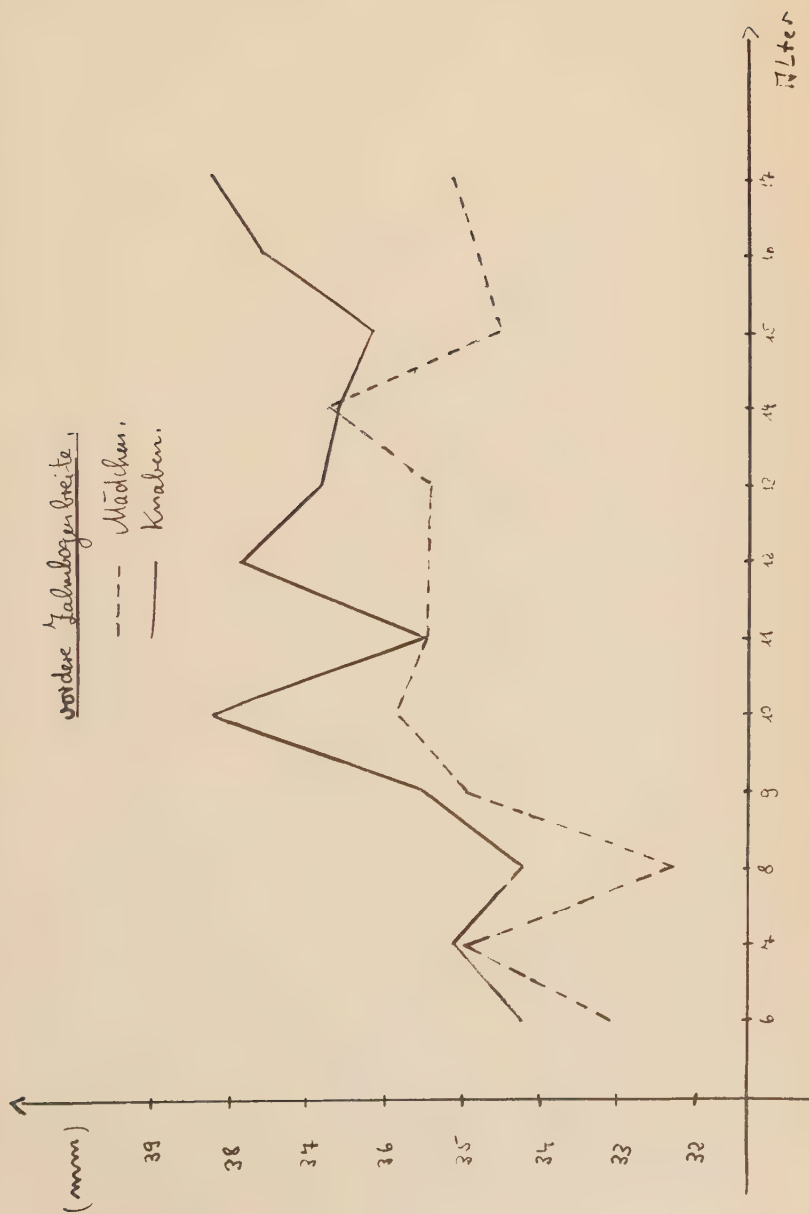
11) Die hintere Zahnbogentiefe. (Abb. 11)

Die Darstellung der Messwerte lässt in diesem Fall wieder keine so grossen Schwankungen erkennen, wie bei den beiden letzten Kurven. Auffallend sind hier die beiden Wachstumszacken um das achte und neunte Lebensjahr. Daran schliesst sich ein mehr langsames, kontinuierliches Wachstum an. Im vierzehnten bzw. fünfzehnten Lebensjahr fallen die Werte wieder, und steigen danach wieder an. Die abfallenden Messwerte sind sowohl bei den Knaben als auch bei den Mädchen vorhanden. Sie können aber doch wohl nur als eine Periode verminderten Wachstums angesehen werden.

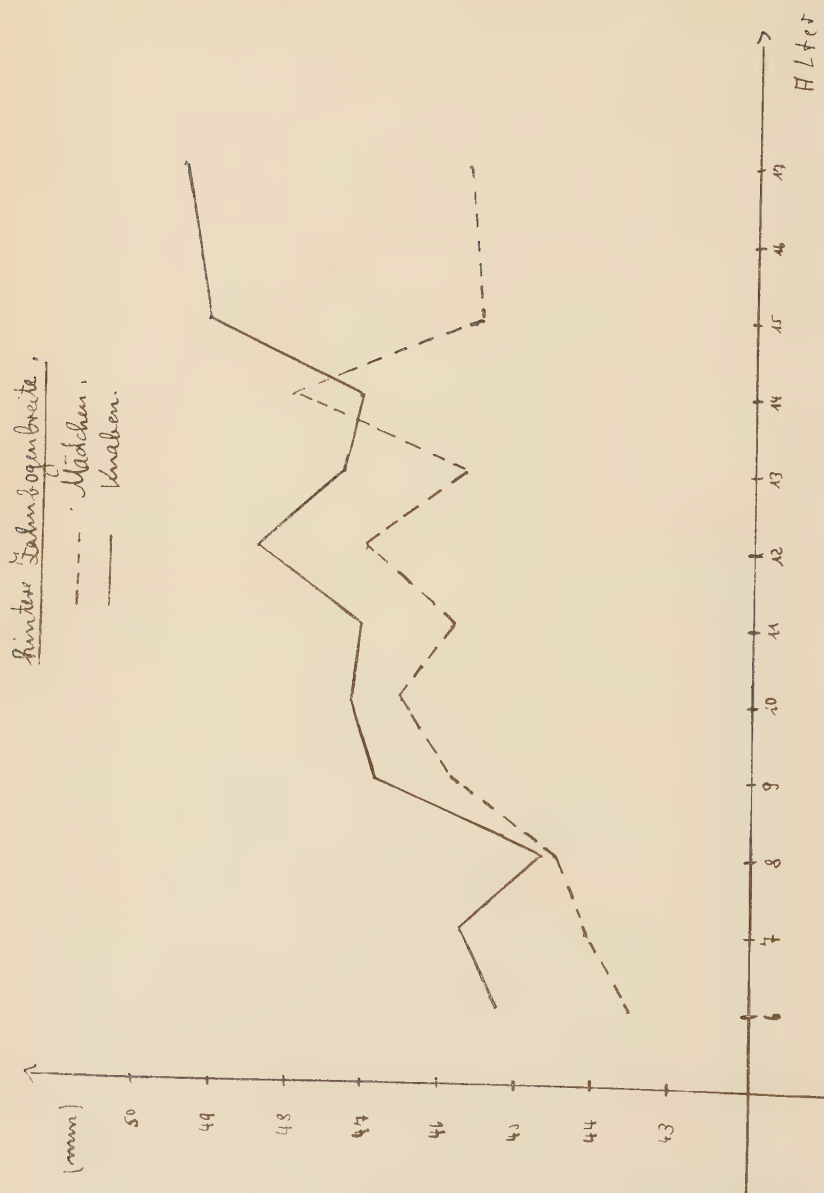
A B B I L D U N G 8



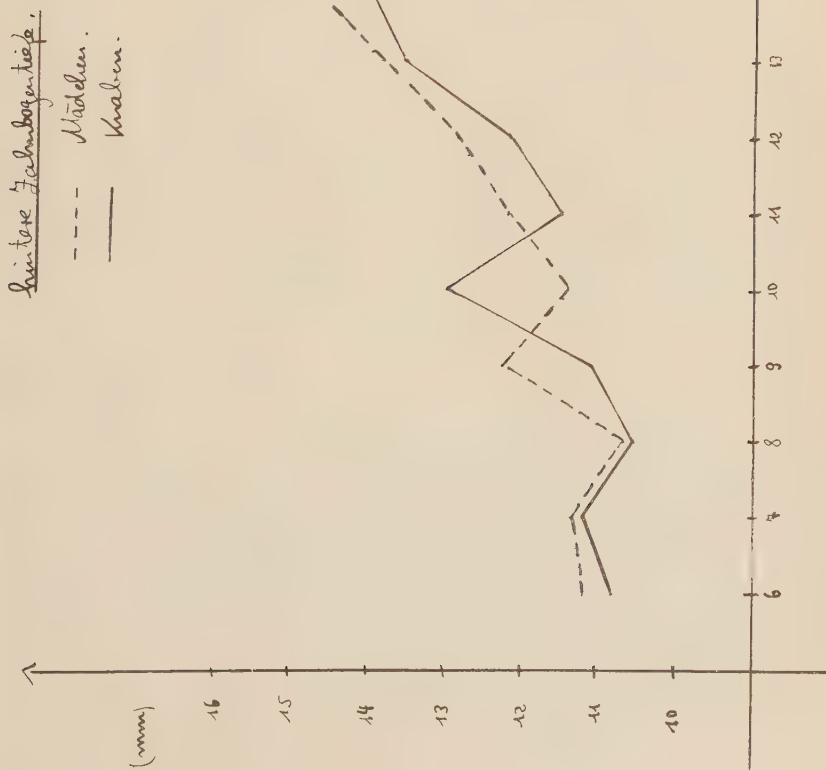
A B B I L D U N G 9



A B B I L D U N G 10



A B B I L D U N G 11



Statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse.

Vorbemerkung.

Von den insgesamt 18 Massen, die an jedem Probanden bestimmt wurden (12 Gesicht- und Schädelmasse und 6 Gaumenmasse), wurden zur statistischen Auswertung nur die nachstehend aufgeführten herangezogen.

- Grösste Kopflänge
- Grösste Kopfbreite
- Kleinste Stirnbreite
- Jochbogenbreite
- Innerer Augenwinkelabstand
- Unterkieferwinkelbreite
- Gesichtshöhe
- Nasenhöhe
- Vordere Zahnbogenbreite
- Hintere Zahnbogenbreite
- Hintere Zahnbogenlänge
- Hintere Zahnbogentiefe

Für dieses Vorgehen war die Überlegung massgebend, dass eine sachgemässe statistische Auswertung aller 18 Masse, die nur auf der Basis einer Mehr-Merkmala-Analyse (Multivariate analysis) hätte durchgeführt werden können, einen Aufwand an Rechenarbeit erfordert hätte, der in keinem vernünftigen Verhältnis zu der hierdurch gewonnenen Information gestanden hätte, da die Stichprobenumfänge innerhalb der einzelnen Altersklassen klein sind. Die Auswahl der zur Auswertung herangezogenen Masse erfolgte ausschliesslich unter morphologischen Gesichtspunkten; sie werden an anderer Stelle der Arbeit diskutiert werden.

Eine weitere Erschwerung der statistischen Auswertung im Hinblick auf eine Vergrösserung des Rechenaufwandes hätte es bedeutet, wenn die Stichprobenumfänge innerhalb der einzelnen Altersklassen unterschiedlich gewesen wären. Obschon sich bei der Erhebung der Befunde zunächst eine unterschiedliche Besetzung der Altersklassen ergab, beschränkten wir uns aus dem genannten Grund auf einen Stichprobenumfang von je 10 Probanden für jede Altersklasse. Die Auswahl dieser 10 Probanden aus den für jede Altersklasse insgesamt zur Verfügung stehenden Probanden erfolgte nach zufälligen Gesichtspunkten. (Es wurden also in den einzelnen Altersklassen nicht nur grosse oder kleine Probanden ausgewählt, sondern das Alphabet als Hilfsmittel benützt.)

Grundsätze der statistischen Auswertung.

An jedem Probanden wurden 12 verschiedene morphologische Masse bestimmt. Diese 12 Masse können daher im Sinne der Statistik nicht als 12 stochastisch unabhängige Grössen angesehen werden; insbesondere ist eine Einzelbewertung der für jedes Mass gewonnenen statistischen Aussagen nicht möglich. Der einzige Weg für eine vom Standpunkt der statistischen Theorie einwandfreien Auswertung der Ergebnisse, ist die Anwendung von Verfahren der Mehrmerkmals-Analyse (F.K. BAUER). Für die Analyse von 12 untereinander abhängigen Merkmalen scheitert jedoch ein solches Vorgehen praktisch daran, dass es nur mit einem grossen Rechenaufwand durchführbar ist.

Wir entschlossen uns zu einem Kompromiss zwischen den soeben dargelegten Forderungen einer exakten statistischen Auswertung und dem Vorgehen das bisher bei der Behandlung solcher Fragen üblich ist. Wir untersuchten zunächst jedes einzelne Mass hinsichtlich seiner individuellen Verteilung, so als ob es sich um 12 voneinander unabhängige Grössen handelt. Daran anschliessend errechneten wir die Korrelation zwischen bestimmten Paaren von Massen, um anschliessend die Prüfung dieser Korrelationen nach Methoden der Mehrmerkmals-Analyse durchzuführen. Die Einzelheiten unseres Vorgehens werden wir von Fall zu Fall diskutieren.

1) Die Verteilung der Einzelmasse.

Für die Untersuchung der Verteilung der einzelnen Masse gingen wir von der Annahme aus, die 10 Probanden einer Altersklasse seien eine Stichprobe aus einer Population P, innerhalb derer jedes Mass normalverteilt ist. Die Parameter dieser Normalverteilung, Erwartungswert m und Varianz σ^2 , schätzten wir für jedes Mass mit Hilfe des arithmetischen Mittels $\bar{x}$ und der empirischen Varianz s^2 der Messwerte innerhalb jeder Altersklasse. Die errechneten Schätzwerte sind in den Tabellen 1 - 12 getrennt für Knaben und Mädchen und aufgegliedert in Altersklassen angegeben.

Es war nunmehr zu prüfen, inwieweit die Verteilungen der einzelnen Masse eine Altersabhängigkeit aufweisen. Hierzu wurde zunächst untersucht, ob die Varianz σ^2 dieser Verteilungen von der Altersklasse abhängen. Zur Entscheidung dieser Frage wurde der von BARTLETT entwickelte Test zur Prüfung der Homogenität mehrerer aus unabhängigen Stichproben gewonnener Schätzwert für Varianzen verwandt. Es wird dabei geprüft, ob es zulässig ist anzunehmen, dass sämtliche empirischen Varianzen Schätzwerte der gleichen übergeordneten Varianz σ^2 sind. Die hierzu errechnete Prüfgrösse χ^2_{emp} ist in unserem Fall für die Stichprobe der Knaben verteilt wie Chi-Quadrat von $n = 12$ Freiheitsgraden; für die Stichprobe der Mädchen wie Chi-Quadrat von $n = 10$ Freiheitsgrade. Die Hypo-

these der Homogenität der verglichenen Varianzen ist zu verwerfen, wenn die Überschreitungswahrscheinlichkeit der Prüfgrösse χ^2_{emp} in der zugehörigen Prüfverteilung kleiner ist als 5 %. In den Tabellen 1-12 ist der jeweils errechnete Wert der Prüfgrösse χ^2_{emp} , sowie die Überschreitungswahrscheinlichkeit p , die der Prüfgrösse mindestens zukommt, angegeben.

Kurze Zusammenstellung der Ergebnisse.

Es ergibt sich, dass lediglich in drei Fällen der BARTLETT-Test einen Hinweis auf eine Altersabhängigkeit der Varianz eines Masses liefert, nämlich für die

Gesichtshöhe (Knaben)

Hintere Zahnbogenbreite (Mädchen)

Hintere Zahnbogentiefe (Knaben)

Es hat den Anschein als wäre diese Inhomogenität hauptsächlich durch eine Zunahme der Varianz mit dem Alter bedingt, (bes. deutlich bei der Gesichtshöhe [Knaben]; weniger deutlich bei den Gaumenmassen). Allerdings ist eine eindeutige Aussage über einen solchen Zusammenhang aus den vorliegenden Ergebnissen nicht zu gewinnen, da die einzelnen Stichprobenumfänge hierfür zu klein sind. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass bei der Vielzahl der durchgeführten Tests schon aus rein statistischen Gründen einmal Prüfgrössen auftreten müssen, denen eine kleine Überschreitungswahrscheinlichkeit zukommt.

Zusammenfassend zur Frage der Homogenität der Varianzen kann gesagt werden, dass sich in unserem Material eine gewisse Altersabhängigkeit in der Varianz der Masse abzeichnet, dass sich jedoch ein eindeutiger statistischer Beleg für diese Aussagen aus den vorliegenden Untersuchungen nicht gewinnen lässt. Es erscheint uns durchaus berechtigt für die weiteren Untersuchungen anzunehmen, dass die empirischen Varianzen s^2 jedes einzelnen Masses untereinander homogen sind. Unter dieser Voraussetzung ist in den Tabellen, die mit s^2 bezeichnete Grösse der beste Schätzwert für die, den Verteilungen innerhalb aller Altersklassen, gemeinsamen Varianz σ^2 .

2) Es war noch zu prüfen, inwieweit eine Abhängigkeit der Erwartungswerte der Verteilungen vom Alter der Probanden besteht. Hierzu führten wir eine Varianz-Analyse durch, deren Ergebnisse ebenfalls in den Tabellen 1 - 12 angegeben sind. Es bedeutet dabei in den Schemata der Varianz-Analysen

n : Zahl der Freiheitsgrade

SAQ: Summenabstandsquadrat

MAQ: Mittleres Abstandsquadrat.

F_{emp} ist der Varianz-Quotient zwischen den zu den beiden Varianz-Komponenten gehörigen MAQ. Geprüft wird die Hypothese, dass alle arithmetische Mittel der verschiedenen Altersklassen Schätzwerte des gleichen Erwartungswertes seien.

Trifft die Null-Hypothese zu, so ist die Verteilung des Varianz-Quotienten F_{emp} eine F-Verteilung, uns zwar bei den Knaben $n_1 = 12$ und $n_2 = 117$ Freiheitsgraden, bei den Mädchen von $n_1 = 10$ und $n_2 = 99$ Freiheitsgraden. Die Null-Hypothese ist zu verwerfen, wenn die Überschreitungswahrscheinlichkeit von F_{emp} in der zugehörigen Prüfverteilung kleiner ist als 5 %. Als Alternativ-Hypothese ist dann anzunehmen, dass eine Altersabhängigkeit der Erwartungswerte des betreffenden Masses vorliegt.

Ergebnis.

Wie nicht anders zu erwarten, ergibt sich aus sämtlichen Varianz-Analysen, dass aus unseren Stichproben geschlossen werden muss, dass sowohl bei den Mädchen, als auch bei den Knaben für sämtliche Masse eine Altersabhängigkeit des Erwartungswertes vorliegt. In welcher Weise diese Altersabhängigkeit zum Ausdruck kommt, ergibt sich am Besten aus den beigegebenen Abbildungen. Generell liegt eine Vergrösserung des Erwartungswertes mit zunehmenden Alter vor. Allerdings weist ein Teil der Masse so starke Schwankungen in den Erwartungswerten auf, dass es nicht möglich war, eine Analyse des Wachstums-Trends vorzunehmen. Es darf vermutet werden, dass diese Schwankungen ausschliesslich eine Folge der kleinen Stichproben-Umfänge und der populationsgenetischen Inhomogenität der Stichproben sind, dass ihnen also keine realen entwicklungsgeschichtlichen Sachverhalte zugrunde liegen.

3) Schliesslich wurde noch untersucht inwieweit die Altersabhängigkeit der Erwartungswerte geschlechtsbedingt ist. Es wurden hierbei zwei Möglichkeiten in Betracht gezogen, nämlich

1. Die Erwartungswerte weisen für beide Geschlechter den gleichen Trend auf, es liegen höchstens Unterschiede in der absoluten Grösse der Erwartungswerte vor;
2. Der Trend der Erwartungswerte ist für die beiden Geschlechter verschiedenen.

Zur Prüfung dieser Fragen wurde für jedes Mass eine mehrfache Varianz-Analyse durchgeführt, deren Ergebnisse in den Tabellen 13 - 18 wiedergegeben sind. Die Bedeutung der Abkürzungen in den Schemata ist die gleiche wie sie bereits oben erläutert wurde. Die angegebenen Varianz-Quotienten F_{emp} sind die Quotienten zwischen der jeweiligen Varianz-Komponente und der Varianz innerhalb der Messreihen. Als Messreihe wurde dabei jede der 22 Stichproben angesehen, die zu den verschiedenen Altersklassen und den beiden Geschlechtern gehören. Die Varianz innerhalb der Messreihen ist dementsprechend das gewogene Mittel aus den oben erläuterten Schätzwerten s^2 der Stichproben-Varianzen, die zu den beiden Geschlechtern gehören.

Die Rest-Varianz stellt die Wechselwirkung dar, die zwischen dem Trend der Erwartungswerte und den Geschlechtern besteht. Nur wenn der zu dieser Rest-Varianz gehörige Varianz-Quotient in der zugehörigen F-Prüfverteilung von $n_1 = 198$ Freiheitsgraden eine Überschreitungswahrscheinlichkeit besitzt, die grösser ist als 5 %, darf angenommen werden, dass sich der Trend bei den Geschlechtern nicht unterscheidet. Die Überschreitungswahrscheinlichkeit p dieses Varianz-Quotienten wurde in den Tabellen 13 - 18 immer dann angegeben, wenn sie höchstens 5 % betrug. In allen diesen Fällen muss somit angenommen werden, dass der Wachstums-Trend bei den Geschlechtern verschieden ist.

Ergebnis:

Die statistische Auswertung unseres Materials ergab bei den folgenden Massen, dass der Wachstums-Trend bei den Geschlechtern verschieden ist.

Kleinste Stimbreite
Innerer Augenwinkelabstand
Nasenhöhe
Hintere Zahnbogenlänge.

Bei allen anderen Massen liefern die Stichproben keinen Anhaltspunkt dafür, dass sich der Wachstums-Trend bei den Geschlechtern unterscheidet.

Es war in diesen Fällen lediglich noch zu prüfen, ob hinsichtlich der absoluten Grösse der Masse Unterschiede zwischen den Geschlechtern bestehen. Hierzu dient der zur Varianz-Komponente zwischen den Geschlechtern gehörige Varianz-Quotient F_{emp} . Geprüft wird die Hypothese, dass keine Unterschiede hinsichtlich der absoluten Grösse der Masse zwischen den Geschlechtern besteht. Der Varianz-Quotient F_{emp} besitzt bei Gültigkeit der Null-Hypothese eine F-Verteilung von $n_1 = 1$, $n_2 = 198$ Freiheitsgraden. Die Null-Hypothese ist wiederum zu verwerfen, wenn die Überschreitungswahrscheinlichkeit von F_{emp} in der zugehörigen Prüfverteilung nicht grösser als 5 % ist. Diese Überschreitungswahrscheinlichkeit ist in den Tabellen 13 - 18 der Varianz-Analyse für diejenigen Masse, die nicht bereits oben diskutiert wurden, angegeben, wenn sie höchstens 5 % betrug. Für diese Masse darf somit angenommen werden, dass zwischen den Geschlechtern nur Unterschiede hinsichtlich der absoluten Grösse, nicht jedoch hinsichtlich des Trend bestehen. Es handelt sich um die nachstehenden Masse

Grösste Kopflänge
Grösste Kopfbreite
Jochbogenbreite
Unterkieferwinkel
Gesichtshöhe
Hintere Zahnbogenbreite.

Bei allen diesen Massen besitzen, hinsichtlich des Erwartungswertes, die Knaben einen grösseren Wert als die Mädchen.

Bei den verbleibenden zwei Massen

Vordere Zahnbogenbreite
Hintere Zahnbogentiefe

lassen sich statistisch keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern feststellen.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass wir bei dem soeben dargelegten Vergleich zwischen den Geschlechtern, die Altersgruppen der 16 - und 18 jährigen bei den Knaben nicht berücksichtigen, da die entsprechenden Altersklassen bei den Mädchen fehlten.

Weiter möchten wir bemerken, dass ein Vergleich der Varianzen $\bar{s}^2$ zwischen den Geschlechtern darauf hindeutet, dass die Varianz innerhalb der einzelnen Altersklassen bei den Mädchen im Mittel kleiner zu sein scheint als bei den Knaben (bei sämtlichen Massen ist das zu den Knaben gehörige $\bar{s}^2$ grösser als dasjenige der Mädchen.) Eine statistische Sicherung dieser Aussage konnte allerdings nicht erbracht werden; dies dürfte im Wesentlichen auf die kleinen Stichprobenumfänge innerhalb der einzelnen Altersklassen zurückzuführen sein.

4) Untersuchung der Einzel-Korrelationen.

Bisher untersuchten wir nur das Verhalten bestimmter Einzelmasse, ohne Rücksicht auf die Korrelationen zwischen diesen Massen. Für die Beurteilung etwaiger entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhänge zwischen den einzelnen Massen ist jedoch gerade die Kenntnis der Korrelationen zwischen den Massen von ausschlaggebender Bedeutung. Die Berücksichtigung aller Korrelationen zwischen den 12 bisher untersuchten Massen hätte bedeutet, dass insgesamt 66 Korrelationen zu berechnen und statistisch zu beurteilen gewesen wären. Das angemessene statistische Modell für diese Form der Bearbeitung wäre gewesen, die gemeinsame Verteilung aller 12 Masse zu untersuchen unter der Annahme, dass es sich hier um eine 12-dimensionale Normalverteilung handle. Eine solche Normalverteilung ist eindeutig charakterisiert durch die 12 Erwartungswerte der einzelnen Masse, den 12 Varianzen der einzelnen Masse und den 66 Kovarianzen zwischen den Massen. Die Erwartungswerte bilden zusammen den 12-dimensionalen Erwartungsvektor, die Varianzen und die Kovarianzen bilden zusammen die Elemente der 12 reihigen quadratischen Kovarianz-Matrix. Die praktische Durchführung der mit diesem Modell verbundenen Berechnungen ist äusserst kompliziert, sinnvoll ist eine Durchführung nur dann, wenn für die Berechnungen eine elektronische Rechananlage zur Verfügung steht und ausserdem die Stichprobenumfänge so gross sind, dass die in ihnen erhaltene Information eine so komplizierte Auswertung rechtfertigt.

Aus diesen Gründen mussten wir uns bei der Untersuchung der Korrelationen zwischen den Massen gewisse Beschränkungen auferlegen, obschon wir uns über die Problematik eines solchen Vorgehens vollkommen im Klaren sind. Wir gingen so vor, dass wir aus der Gesamtheit der 12 Masse 8 Masse auswählten, die wir ausserdem in drei Gruppen einteilten. Die erste Gruppe umfasst Längenmasse, nämlich

Grösste Kopflänge;
Hintere Zahnbogenlänge.

Die zweite Gruppe umfasst Höhenmasse, nämlich

Nasenhöhe
Hintere Zahnbogentiefe.

Die letzte Gruppe schliesslich umfasst vier Breitenmasse, nämlich

Grösste Kopfbreite
Jochbogenbreite
Augenwinkelabstand
Hintere Zahnbogenbreite.

Innerhalb jeder dieser 3 Gruppen wurden sämtliche Korrelationen berechnet, zwischen den Massen verschiedener Gruppen dagegen nicht. Die in dieser Aufstellung nicht erhaltenen vier Masse

Kleinste Stimbreite
Unterkieferwinkel
Gesichtshöhe
Vordere Zahnbogenbreite

wurden für die Untersuchung der Korrelationen überhaupt nicht in Betracht gezogen. Für die Auswahl und die Gliederung der Masse in der angegebenen Weise waren ausschliesslich morphologische Gesichtspunkte massgebend, die an anderer Stelle dieser Arbeit diskutiert werden.

Zunächst sei das Ergebnis der Berechnungen der Einzel-Korrelationen diskutiert, die entsprechend den obigen Darlegungen für folgende Paare von Massen untersucht wurden:

Grösste Kopflänge - hintere Zahnbogenlänge
Nasenhöhe - hintere Zahnbogentiefe
Grösste Kopfbreite - Jochbogenbreite
Grösste Kopfbreite - Augenwinkelabstand
Grösste Kopfbreite - hintere Zahnbogenbreite
Jochbogenbreite - Augenwinkelabstand
Jochbogenbreite - hintere Zahnbogenbreite
Augenwinkelabstand - hintere Zahnbogenbreite.

Zunächst berechneten wir für jede Altersklasse, getrennt nach Geschlechtern, die Korrelationen r zwischen diesen Masspaaren innerhalb der Stichproben. Das Ergeb-

nis ist in den Tabellen 19 - 26 zusammengestellt. (Bei den Knaben wurden die Klassen der 16- und 18-jährigen bei den Korrelationen nicht berücksichtigt, da bei den Mädchen keine Stichproben der entsprechenden Altersklassen vorlagen.)

Die aus den Stichproben errechneten Korrelations-Koeffizienten r fassten wir als Schätzwerte der realen Korrelationen ρ zwischen den Massen auf, wobei wir von der Annahme ausgingen, dass die gemeinsame Verteilung eines Paares von Massen eine 2-dimensionale Normalverteilung mit dem Korrelations-Koeffizienten ρ sei. Die erste Frage, die zu prüfen war, ist die, ob es zulässig ist anzunehmen, dass $\rho = 0$ sei. Diese Hypothese ist zu verwerfen, wenn der absolute Betrag des aus den Stichproben errechneten Korrelations-Koeffizienten r einen bestimmten Wert r_p überschreitet. Je nach der Irrtumswahrscheinlichkeit p mit der die Null-Hypothese verworfen wird, besitzt r_p einen anderen Wert.

Der aus den Stichproben errechnete Korrelations-Koeffizient besitzt $n = 8$ Freiheitsgrade. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich für die Sicherheitspunkte r_p des empirischen Korrelations-Koeffizienten die nachstehenden Werte:

$$p = 5\%: r_p = 0.6319$$

$$p = 1\%: r_p = 0.7646$$

$$p = 0.1\%: r_p = 0.8721$$

(Diese Werte wurden der Tabelle VII der statistischen Tafel von FISHER und YATES entnommen.)

Es wäre zu umständlich und hätte auch statistisch kaum einen Sinn nunmehr für jede Korrelation und jede Altersklasse einzeln zu diskutieren, ob eine gesicherte Korrelation vorliegt oder nicht.

Viel wesentlicher erschien es uns zu prüfen, inwieweit sich für die Korrelation zwischen zwei Massen Unterschiede in den verschiedenen Altersklassen ergeben. Zur Untersuchung dieser Frage verwandten wir, entsprechend dem Vorgehen von R. A. FISHER die Transformation

$$z = \frac{1}{2} n \frac{1+r}{1-r}$$

des empirischen Korrelations-Koeffizienten r in die Grösse z . z ist dann eine annähernd normalverteilte Grösse mit dem Erwartungswert ρ . Für die praktische Durchführung der Transformation wurde die Tabelle VII₁ der statistischen Tafeln von FISHER und YATES verwandt, die Werte von z sind in den Tabellen 19-26 ebenfalls angegeben.

Geprüft wurde für jede Korrelation und jedes Geschlecht die Hypothese, die für die

einzelnen Altersklassen ermittelten empirischen Korrelations-Koeffizienten r seien Schätzwerte ein und derselben Korrelation ρ . Trifft die Null-Hypothese zu, so sind die transformierten r -Werte normalverteilt mit dem Erwartungswert ρ und der Varianz $\sigma^2 = 1/7$. (Die Varianz ist vom Erwartungswert unabhängig.) Bezeichnet $SAQ(z)$ das Summen-Abstandsquadrat zwischen den z -Werten, die zu den verschiedenen Altersklassen gehören, so ist unter den Voraussetzungen der Null-Hypothese, die Grösse

$$x_{\text{emp.}}^2 = 7 \text{ SAQ}(z)$$

verteilt wie Chi-Quadrat von $n = 10$ Freiheitsgraden. (Die Zahl der Freiheitsgrade ergibt sich aus der Anzahl der verglichenen Altersklassen.) Die Null-Hypothese ist somit zu verwerfen, wenn die Prüfgrösse $x_{\text{emp.}}^2$ in der angegebenen Prüfverteilung eine Überschreitungswahrscheinlichkeit besitzt, die kleiner als 5 % ist. Der Wert der Prüfgrösse $x_{\text{emp.}}^2$ sowie die Überschreitungswahrscheinlichkeit p , die der Prüfgrösse mindestens zukommt, ist in den Tabellen 19 - 26 angegeben.

Ergebnis.

Es zeigt sich, dass in den Stichproben der Mädchen keinerlei Hinweise dafür vorliegen, dass die Korrelation in den Altersklassen wesentlich verschieden sind. Dagegen ergibt sich für die Stichproben der Knaben, dass die Korrelationen zwischen

Grösster Kopfbreite - Jochbogenbreite

Grösster Kopfbreite - Augenwinkelabstand

Augenwinkelabstand - Hintere Zahnbogenbreite

in den einzelnen Altersklassen unterschiedlich sind. Eine Erklärung für diesen Sachverhalt ist schwer zu geben, da sich keinerlei systematische Effekte in der Altersabhängigkeit der Korrelationen abzeichnen. Es darf als wahrscheinlich angesehen werden, dass es sich hier um einen Stichproben-Effekt handelt, wie er bei so kleinen Stichproben im Zusammenhang mit Korrelationen leicht auftritt. Es darf nicht übersehen werden, dass die einzelnen Stichproben-Korrelations-Koeffizienten voneinander abhängig sind, so dass sich Stichproben-Effekte auf mehrere voneinander abhängige Korrelationen auswirken können. Dass im vorliegenden Falle eine solche Möglichkeit in Betracht gezogen werden muss, ergibt sich bereits daraus, dass der geschilderte Effekt je zweimal bei der Kopfbreite und dem Augenwinkelabstand auftritt. Andererseits sollte das Ergebnis als Hinweis darauf angesehen werden, dass bei der Untersuchung von Korrelationen im Entwicklungsalter, der Altersabhängigkeit der Korrelationen eine grosse Bedeutung zukommen kann.

Neben der Frage der Homogenität der Korrelationen war noch zu prüfen, inwiefern echte Korrelationen vorliegen. Hierzu wurde zunächst aus den Korrelationen

innerhalb der einzelnen Altersklassen das Mittel gebildet, und zwar unter Verwendung der zugehörigen Kovarianzen. Dieser Wert ist als $\bar{r}$ in den Tabellen 19 - 26 angegeben. $\bar{r}$ sahen wir als den besten Schätzwert für die von den Altersklassen unabhängige Korrelation $\bar{\rho}$ zwischen den einzelnen Masszahlen an.

(Vollständig gerechtfertigt ist dieses Vorgehen nur in den Fällen, bei denen sich keine Altersabhängigkeit nachweisen lässt. In den anderen Fällen kommt diesem Vorgehen nur eine beschränkte Bedeutung zu.)

Geprüft wurde die Hypothese, es sei die Korrelation $\bar{\rho} = 0$. Trifft diese Hypothese zu, so sind die transformierten r -Werte z normalverteilt mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma^2 = 1/7$. Ist $\bar{z}$ der Mittelwert aus den z -Werten, die zu den einzelnen Altersklassen gehören, so ist demnach die Grösse

$$u = 77 \bar{z}$$

normalverteilt mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma^2 = 1$. Besitzt u eine zweiseitig Überschreitungswahrscheinlichkeit, die kleiner als 5 % ist, so ist die Null-Hypothese zu verwerfen, d. h. es darf als Alternativ-Hypothese angenommen werden, dass eine echte Korrelation vorliegt. Der Wert der Grössen $\bar{z}$ und u , sowie die zweiseitige Überschreitungswahrscheinlichkeit von u findet sich in den Tabellen 19 - 26. Ausserdem ist bei denjenigen Korrelationen, die sich als gesichert von Null verschieden erweisen, der Wert $\bar{r}$ in den Tabellen 19 - 26 unterstrichen worden.

Es ist nicht Aufgabe dieses Abschnittes der Arbeit die Bedeutung der Korrelationen zu untersuchen und zu diskutieren. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass gesicherte Korrelationen nicht in jedem Falle gleichmässig bei Knaben und Mädchen auftreten. Es war daher von Interesse zu prüfen, inwieweit zwischen den Korrelationen der Knaben und Mädchen Unterschiede bestehen. Ist dies nicht der Fall, so ist die Differenz zwischen den Grössen $\bar{z}$, die zu den Knaben und Mädchen gehören, normalverteilt mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma^2 = 2/77$. Ist u der Wert der streuungsnormierten Differenz, so darf angenommen werden, dass zwischen den Knaben und Mädchen ein gesicherter Unterschied in den Korrelationen vorliegt, wenn die zweiseitige Überschreitungswahrscheinlichkeit von u nicht grösser als 5 % ist. Die Differenz der $\bar{z}$, die streuungsnormierte Differenz u , sowie die Überschreitungswahrscheinlichkeit p der Grösse u ist in den Tabellen 19 - 26 als "Vergleich Mädchen - Knaben" angegeben. In keinem Falle ergibt dieser Test einen Hinweis darauf, dass zwischen den Korrelationen bei den Mädchen und Knaben Unterschiede vorliegen.

5) Untersuchung der Korrelations-Matrizen.

Bisher wurden nur die Einzel-Korrelationen zwischen Mass-Paaren diskutiert. Es wurde jedoch weiter oben bereits darauf hingewiesen, dass wir uns im Sinne einer mehrdimensionalen Analyse auch für das gemeinsame Verhalten mehrerer Korrela-

tionen, d.h. für die Struktur der Korrelations-Matrizen interessierten.

Entsprechend der obigen Darlegungen wurden drei Typen von Korrelations-Matrizen untersucht, nämlich je eine für die Gruppe der Längenmasse, die Gruppe der Höhenmasse und die Gruppe der Breitenmasse. Diese Korrelationsmatrizen sind in den Tabellen 27 - 29 angegeben.

Wir gingen davon aus, dass die gemeinsame Verteilung der betrachteten Masse eine mehrdimensionale Normalverteilung sei, und es war zu prüfen, ob die aus Stichproben gewonnenen Korrelations-Matrizen aus solchen übergeordneten Normalverteilungen entspringen können, bei denen zwischen den einzelnen Grössen keine Korrelation besteht.

Für die Korrelations-Matrizen der Längenmasse bzw. der Breitenmasse ist diese Frage bereits durch die Untersuchungen des vorangegangenen Abschnittes beantwortet worden, da diese Matrizen jeweils nur eine Korrelation enthalten. Eine gesicherte Korrelation liess sich nur für die Höhenmasse bei den Mädchen nachweisen.

Etwas anders liegt die Situation bei den Breitenmassen, bei denen insgesamt 6 Korrelationen statistisch zu beurteilen sind; wir verwandten dazu einen von BARTLETT entwickelten Test. Es wird hierzu zunächst die Determinante R der empirischen Korrelations-Matrix errechnet und hieraus die Prüfgrösse

$$x^2_{\text{emp.}} = 96 \cdot 83 \quad (1n R).$$

Entstammt die Stichprobe einer mehrdimensionalen Normalverteilung deren Variable unkorreliert sind, so ist die Prüfgrösse $x^2_{\text{emp.}}$ verteilt wie Chi-Quadrat von $n = 6$ Freiheitsgraden. (Der oben angegebene Koeffizient für $1n R$ und die Zahl der Freiheitsgrade ergeben sich aus den bei uns vorliegenden Stichprobenumfängen und der Anzahl der Variablen der Korrelations-Matrix.) Die Hypothese der Unabhängigkeit der Masse ist zu verwerfen, wenn die Überschreitungswahrscheinlichkeit der Prüfgrösse $x^2_{\text{emp.}}$ in der zugehörigen Prüfverteilung kleiner als 5 % ist.

In den Tabellen 17 - 29 ist der Wert der Determinante R, der Wert der Prüfgrösse $x^2_{\text{emp.}}$ sowie der Überschreitungswahrscheinlichkeit angegeben, die $x^2_{\text{emp.}}$ höchstens zukommt. Es zeigt sich, dass sowohl für die Mädchen als auch für die Knaben die Hypothese der Unabhängigkeit der Breitenmasse zu verwerfen ist, und dass die Irrtumswahrscheinlichkeit für diese Aussage sehr klein ist (in beiden Fällen kleiner als 0,1 %).

Die Bedeutung dieses Tests liegt darin, dass sehr wohl bei der Einzelbetrachtung von Korrelationen für einzelne Korrelationen eine Sicherung zu gewinnen ist, dass aber andererseits dadurch nicht die Möglichkeit ausgeschlossen ist, dass die

gemeinsame Verteilung aller Masse keine Korrelationen aufweist. Es liegt hier dieselbe Situation wie bei der Varianz-Analyse vor, deren Sinn ja ebenfalls darin besteht, mehrere Mittelwerts-Differenzen simultan zu prüfen. Der so gewonnenen Aussage über die Abhängigkeit zwischen den Breitenmassen kommt somit statistisch eine wesentlich grössere Bedeutung zu als den im vorigen Abschnitt diskutierten Ergebnissen über die Einzel-Korrelationen zwischen diesen Massen.

D) ZUSAMMENFASSUNG DER STATISTISCHEN ERGEBNISSE.

Um eine zusammenfassende Beurteilung der gewonnenen Ergebnisse im Hinblick auf die Themastellung geben zu können, werden zunächst die Auswertungen der Einzelmasse betrachtet.

1. Es ergab sich eine fast eindeutige Altersabhängigkeit des Erwartungswertes (Wachstum).

(Abgesehen von den Massen bei der

Gesichtshöhe (Knaben)

Hintere Zahnbogenbreite (Mädchen)

Hintere Zahnbogentiefe (Knaben)

Hier weisen die Masse grössere Schwankungen auf.)

2. Dann wurden die Wachstumsvorgänge genau untersucht.

Bei einem Teil der Masse

Grösste Kopflänge

Grösste Kopfbreite

Jochbogenbreite

Unterkieferwinkelbreite

Gesichtshöhe

Hintere Zahnbogenbreite

ergab sich, dass diese bei den Knaben grösser sind, als bei den Mädchen. Im Trend sind sie jedoch gleich.

Einzelne Masse

Kleinste Stirnbreite

Innerer Augenwinkelabstand

Nasenhöhe

Hintere Zahnbogenlänge

zeigen im Wachstum auch einen unterschiedlichen Trend.

3. Für die Thematik von grösserer Bedeutung waren jedoch die Ergebnisse, die die Prüfung der Korrelationen der Masse ergaben. Gesicherte Korrelationen ergaben sich:

zwischen

Hintere Gaumenhöhe - Nasenhöhe (Mädchen)
 Grösste Kopfbreite - Jochbogenbreite (Mädchen u. Knaben)
 Grösste Kopfbreite - Zahnbogenbreite (Mädchen u. Knaben)
 Jochbogenbreite - Augenwinkelabstand (Knaben)
 Jochbogenbreite - Zahnbogenbreite (Mädchen u. Knaben)
 Augenwinkelabstand - Zahnbogenbreite (Knaben)

Ein Vergleich entsprechender Korrelationen der Knaben und der Mädchen ergab statistisch keine Hinweise dafür, dass die Korrelationen vom Geschlecht abhängig sind.

Die Bewertung der Korrelationen zwischen den vier Breitenmassen

Grösste Kopfbreite
 Jochbogenbreite
 Augenwinkelabstand
 Hintere Zahnbogenbreite

die für unsere Arbeit von ausschlaggebender Bedeutung sind, ergab einen hoch gesicherten korrelativen Zusammenhang.

GRÖSSTE KOPFLÄNGE

Alter	KNABEN		MÄDCHEN	
	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	173·1	53·2	172·1	66·8
7	179·2	54·9	171·8	35·3
8	176·6	58·7	173·3	24·9
9	177·3	10·7	174·4	91·8
10	179·3	20·4	172·3	34·4
11	179·9	24·8	177·1	9·6
12	182·8	20·7	177·4	26·2
13	183·7	50·9	184·9	20·5
14	184·3	39·3	180·9	29·9
15	184·5	42·6	183·4	72·2
16	193·2	96·9	-	-
17	190·9	39·2	181·1	46·1
18	190·1	109·2	-	-
	$\bar{s}^2 =$	47·8		$\bar{s}^2 =$ 41·6

$$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 20·754; p = 5 \% \quad n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 17·237; p = 5 \%$$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	5.594	47·8		
Zwischen Gruppen	12	4.292	357·6	7·49	0·1 %
Gesamt - Varianz	129	9.886	76·6		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	4.121	41·6		
Zwischen Gruppen	10	2·289	228·9	5·50	0·1 %
Gesamt - Varianz	109	6·410	58·9		

GRÖSSTE KOPFBREITE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	$\frac{2}{s}$	$\bar{x}$	$\frac{2}{s}$
6	144°3	52°6	143°2	18°9
7	146°8	34°0	144°9	18°1
8	147°1	23°0	146°4	17°5
9	148°8	20°8	144°9	13°0
10	153°0	36°7	147°3	26°4
11	152°7	32°4	146°7	15°5
12	152°7	62°9	148°1	23°7
13	151°8	7°3	149°0	9°3
14	151°3	52°7	148°5	7°3
15	156°0	13°1	145°4	46°0
16	157°7	46°2	-	-
17	155°5	33°5	151°6	16°7
18	155°6	$\frac{18°7}{s^2 = 33°4}$	-	$\frac{-}{s^2 = 19°3}$

$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 17°361; p = 10 \%$ $n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 11°316; p = 30 \%$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	3.907	33°4		
Zwischen Gruppen	12	1.962	178°3	5°34	0°1 %
Gesamt - Varianz	129	5.869	45°5		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	1.913	19°3		
Zwischen Gruppen	10	550	55°0	2°84	1 %
Gesamt - Varianz	109	2.463	22°5		

KLEINSTE STIRNBREITE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	102·6	14·0	100·6	14·7
7	101·2	8·2	103·8	15·3
8	102·0	22·7	103·0	11·3
9	102·6	7·7	103·5	9·1
10	107·5	23·5	104·4	6·7
11	107·2	31·2	105·0	7·5
12	108·4	12·9	106·7	16·9
13	107·0	17·6	109·4	18·2
14	109·3	44·7	108·8	14·4
15	111·0	14·2	109·2	12·0
16	115·7	27·1	-	-
17	113·2	8·4	110·9	9·9
18	112·4	23·3	-	-
		$\frac{-2}{s^2} = \frac{19·7}{19·7}$		$\frac{-2}{s^2} = \frac{12·4}{12·4}$

$$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 16·104; p = 10 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 4·999; p = 80 \%$$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	2.301	19·7		
Zwischen Gruppen	12	2.579	214·9	10·90	0·1 %
Gesamt - Varianz	129	4.880	37·8		

MÄDCHEN

Varianz - Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	1.225	12·4		
Zwischen Gruppen	10	1.070	107·0	8·63	0·1 %
Gesamt - Varianz	109	2.295	21·1		

JOCHBOGENBREITE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	109° 8	44° 4	107° 5	15° 8
7	110° 1	17° 2	110° 3	41° 8
8	112° 8	41° 3	109° 9	18° 3
9	117° 3	46° 9	111° 8	29° 3
10	121° 7	28° 9	114° 0	26° 0
11	123° 6	40° 2	119° 5	12° 7
12	126° 1	35° 2	120° 9	17° 4
13	125° 6	28° 7	122° 2	24° 4
14	124° 7	42° 0	122° 5	12° 4
15	127° 6	26° 4	122° 4	15° 8
16	132° 5	51° 1	-	-
17	132° 9	16° 3	126° 2	10° 2
18	128° 7	41° 5	-	-
		$s^2 = \frac{-2}{35 \cdot 4}$		$s^2 = \frac{-2}{20 \cdot 4}$

$$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 6 \cdot 505; p = 80 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 8 \cdot 484; p = 50 \%$$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	4.143	35° 4		
Zwischen Gruppen	12	7.379	614° 9	17° 37	0° 1 %
Gesamt - Varianz	129	11.523	89° 3		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAC	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	2.018	20° 4		
Zwischen Gruppen	10	4.142	414° 2	20° 30	0° 1 %
Gesamt - Varianz	109	6.160	56° 5		

INNERE AUGENWINKEL

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	27°7	4°0	28°3	1°8
7	28°3	2°2	29°4	3°8
8	28°9	4°6	29°3	6°9
9	29°2	2°4	28°7	2°2
10	31°4	2°6	29°1	2°1
11	30°8	4°4	30°2	4°4
12	30°3	2°9	30°9	1°7
13	30°2	3°8	31°4	5°7
14	30°5	11°1	31°5	1°4
15	30°9	8°3	30°0	5°1
16	31°0	11°5	-	-
17	32°8	5°4	30°7	1°8
18	31°9	11°2	-	-
	$\frac{-2}{s} = \frac{11°2}{5°7}$		$\frac{-2}{s} = \frac{1°4}{3°4}$	

$$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 19°305; p = 5 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 15°936; p = 10 \%$$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	672	5°7		
Zwischen Gruppen	12	251	20°9	3°67	0°1 %
Gesamt - Varianz	129	923	7°2		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	333	3°4		
Zwischen Gruppen	10	118	11°8	3°47	0°1 %
Gesamt - Varianz	109	451	4°1		

UNTERKIEFERWINKEL

Alter	KNABEN		MÄDCHEN	
	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	90°7	22°9	90°4	4°9
7	91°8	6°0	90°2	43°1
8	94°0	33°5	90°5	6°9
9	97°1	13°6	92°8	14°9
10	98°6	26°4	96°4	16°7
11	99°9	23°2	96°8	16°7
12	101°3	21°8	97°0	7°3
13	101°3	23°3	100°0	17°5
14	103°1	31°9	100°7	13°5
15	105°1	22°3	100°5	16°7
16	110°6	25°3	-	-
17	105°8	29°3	103°4	22°9
18	107°1	26°6	-	-
	$s^2 =$	$\frac{-2}{23°6}$		$s^2 = \frac{-2}{16°5}$

$$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 8°525; p = 70 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 16°389; p = 5 \%$$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	2.757	23°6		
Zwischen Gruppen	12	4.323	360°2	15°26	0°1 %
Gesamt - Varianz	129	7.080	54°8		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	1.630	16°5		
Zwischen Gruppen	10	2.198	219°8	13°32	0°1 %
Gesamt - Varianz	109	3.828	35°1		

GESICHTSHÖHE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	96° 5	8° 0	90° 6	19° 6
7	95° 6	20° 9	93° 6	20° 2
8	96° 7	10° 4	94° 8	26° 9
9	99° 5	5° 6	98° 1	7° 4
10	102° 0	24° 9	100° 2	16° 2
11	101° 0	22° 4	99° 7	14° 0
12	105° 5	18° 9	103° 2	7° 5
13	107° 4	21° 8	106° 2	28° 4
14	109° 7	25° 1	105° 2	46° 9
15	112° 7	22° 2	107° 0	29° 5
16	116° 3	31° 1	-	-
17	116° 0	50° 9	106° 0	33° 5
18	118° 3	$\frac{128^{\circ} 4}{s^2 = 31^{\circ} 7}$	-	$\frac{-}{s^2 = 22^{\circ} 8}$

$$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 37^{\circ} 688; p = 0^{\circ} 1 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 14^{\circ} 311; p = 10 \%$$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	3.706	31° 7		
Zwischen Gruppen	12	7° 766	647° 2	20° 42	0° 1 %
Gesamt - Varianz	129	11.472	88° 9		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	2.253	22° 8		
Zwischen Gruppen	10	3° 188	318° 8	13° 98	0° 1 %
Gesamt - Varianz	109	5.441	49° 9		

NASENHÖHE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	37·3	4·5	34·5	1·4
7	36·2	7·3	35·4	4·3
8	38·0	2·7	38·6	2·9
9	40·3	5·3	40·4	2·0
10	41·7	5·6	39·6	6·5
11	41·5	8·5	42·0	4·2
12	44·1	13·6	44·2	8·2
13	45·3	9·1	44·5	7·6
14	44·9	20·1	45·4	10·5
15	47·8	9·1	43·9	8·5
16	47·8	6·2	-	-
17	48·8	6·0	45·1	10·3
18	47·6	$\frac{19·6}{9·0}$	-	$\frac{-}{6·0}$
		$s^2 =$		$s^2 =$

$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 17·603; p = 10 \%$ $n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 18·042; p = 3 \text{ } 10 \%$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	106	9·0		
Zwischen Gruppen	12	226	187·9	20·88	0·1 %
Gesamt - Varianz	129	331	25·7		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	60	6·0		
Zwischen Gruppen	10	149	149·4	14·90	0·1 %
Gesamt - Varianz	109	209	19·2		

HINTERE ZAHNBOGENLÄNGE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	30·0	5·1	29·2	1·3
7	30·3	12·0	30·2	3·1
8	30·4	6·2	30·9	1·4
9	31·2	5·1	32·2	3·3
10	34·0	1·8	30·9	4·7
11	33·3	3·6	30·5	0·2
12	31·9	3·7	31·0	2·2
13	31·2	3·1	29·6	6·4
14	32·5	5·1	29·8	4·9
15	30·9	3·9	32·4	8·2
16	30·8	9·8	-	-
17	30·1	4·1	31·1	4·1
18	29·2	8·7	-	-
		$s^2 = \frac{-2}{5·5}$		$s^2 = \frac{-2}{3·6}$

$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 12·945; p = 30 \%$

$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 10·586; p = 30 \%$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAC	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	649	5·5		
Zwischen Gruppen	12	227	18·9	3·43	0·1 %
Gesamt - Varianz	129	876	6·8		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAC	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	360	3·6		
Zwischen Gruppen	10	104	10·4	2·89	5 %
Gesamt - Varianz	109	464	4·2		

VORDERE ZAHNBOGENBREITE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	34'4	5'1	33'1	2'5
7	35'2	4'2	35'0	4'0
8	34'4	1'8	32'4	5'3
9	35'6	4'2	35'0	3'6
10	38'3	3'5	35'9	4'1
11	35'6	6'2	35'6	2'2
12	37'9	2'6	35'6	4'9
13	36'9	2'1	35'6	8'0
14	36'7	4'2	36'8	3'1
15	36'3	6'4	34'7	2'0
16	37'7	6'4	-	-
17	38'4	3'6	35'3	4'2
18	36'2	$\frac{5'3}{4'3}$	-	$\frac{-}{4'0}$
		$s^2 =$		$s^2 =$

$$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 9'034; p = 70 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 7'832; p = 50 \%$$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	502	4'3		
Zwischen Gruppen	12	228	19'0	4'42	0'1 %
Varianz - Gesamt	129	730	5'7		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	396	4'0		
Zwischen Gruppen	10	158	15'8	3'95	0'1 %
Gesamt - Varianz	109	554	5'1		

HINTERE ZAHNBOGENBREITE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2	
6	45·3	3·5	43·6	1·8	
7	45·8	6·0	44·1	9·4	
8	44·7	4·4	44·6	3·3	
9	46·9	11·4	45·9	2·3	
10	47·2	13·8	46·6	3·3	
11	47·1	4·3	45·9	3·2	
12	48·5	3·8	47·0	6·4	
13	47·4	5·8	45·8	5·3	
14	47·2	9·8	48·0	2·0	
15	49·2	5·8	45·6	4·6	
16	49·1	7·0	-	-	
17	49·5	6·9	45·8	26·4	
18	46·7	23·5	-	-	
	$s^2 =$	$\frac{23·5}{8·2}$		$s^2 =$	$\frac{-}{6·2}$

$$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 19·287; p = 5 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 34·569; p = 0·1 \%$$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	955	8·2		
Zwischen Gruppen	12	267	22·2	2·70	1 %
Gesamt - Varianz	129	1.222	9·5		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	615	6·2		
Zwischen Gruppen	10	161	16·1	2·60	1 %
Gesamt - Varianz	109	776	7·1		

HINTERE ZAHNBOGENTIEFE

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	$\bar{x}$	s^2	$\bar{x}$	s^2
6	10·8	2·2	11·2	1·1
7	11·2	0·9	11·4	2·9
8	10·6	0·4	10·8	4·2
9	11·1	3·2	12·4	1·6
10	13·0	0·9	11·5	1·3
11	11·6	1·8	12·4	1·6
12	12·3	1·1	12·9	2·3
13	13·6	1·8	13·9	2·1
14	14·0	2·9	14·9	6·3
15	13·3	8·9	14·3	4·2
16	14·7	3·3	-	-
17	15·2	3·8	14·5	2·2
18	15·7	$\frac{7·7}{3·0}$	-	$\frac{-}{2·7}$
		$\frac{-2}{s} =$		$\frac{-2}{s} =$

$n = 12; \chi^2_{\text{emp.}} = 39·290; p = 0·1 \%$ $n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 13·403; p = 20 \%$

KNABEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	117	351	3·0		
Zwischen Gruppen	12	377	31·4	10·46	0·1 %
Varianz - Gesamt	129	728	5·6		

MÄDCHEN

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	$F_{\text{emp.}}$	p
Innerhalb Gruppen	99	269	2·7		
Zwischen Gruppen	10	214	21·4	7·93	0·1 %
Varianz - Gesamt	109	483	4·4		

Vergleich zwischen Geschlechtern

Grösste Kopflänge

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	4.113	411°30	10°36	
Zwischen Geschlechtern	1	837	837°00	21°08	0°1 %
Rest - Varianz	10	521	52°10	0°86	-
Zwischen Messreihen	21	5.471	260°52		
Innerhalb Messreihen	198	7.860	39°70		
Gesamt - Varianz	219	13.331	60°87		

Grösste Kopfbreite

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	1.544	154°40	5°84	
Zwischen Geschlechtern	1	880	880°00	33°28	0°1 %
Rest - Varianz	10	388	38°80	1°47	-
Zwischen Messreihen	21	2.812	133°90	5°07	
Innerhalb Messreihen	198	5.236	26°44		
Gesamt - Varianz	219	8.048	36°74		

Vergleich zwischen Geschlechtern

Kleinste Stirnbreite

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	2,335	233°50	15°05	
Zwischen Geschlechtern	1	20	20°00	1°29	
Rest - Varianz	10	306	30°60	1°97	5 %
Zwischen Messreihen	21	2,661	126°71		
Innerhalb Messreihen	198	3,072	15°51		
Gesamt - Varianz	219	5°733	26°17		

Jochbogenbreite

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	9,668	966°80	35°94	
Zwischen Geschlechtern	1	803	803°00	29°85	0°1%
Rest - Varianz	10	375	37°50	1°39	-
Zwischen Messreihen	21	10,846	516°47	19°20	
Innerhalb Messreihen	198	5,327	26°90		
Gesamt - Varianz	219	16,173	73°85		

Vergleich zwischen Geschlechtern

Innerer Augenwinkelabstand

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	256	25° 60	6° 34	
Zwischen Geschlechtern	1	1	1° 00	-	
Rest - Varianz	10	78	7° 80	1° 93	5 %
Zwischen Messreihen	21	335	15° 95		
Innerhalb Messreihen	198	800	4° 04		
Gesamt - Varianz	219	1.135	5° 18		

Unterkieferwinkel

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	4.714	471° 40	23° 80	
Zwischen Geschlechtern	1	409	409° 00	20° 65	0° 1 %
Rest - Varianz	10	95	9° 50	-	
Zwischen Messreihen	21	5.218	248° 47		
Innerhalb Messreihen	198	3.920	19° 80		
Gesamt - Varianz	219	9.138	41° 72		

Vergleich zwischen Geschlechtern
Gesichtshöhe

Varianz-Komponente	n	SAC	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	7.593	759°30	33°24	
Zwischen Geschlechtern	1	656	656°00	28°72	0·1%
Rest - Varianz	10	289	28°90	1°26	-
Zwischen Messreihen	21	8.538	406°57		
Innerhalb Messreihen	198	4.523	22°84		
Gesamt - Varianz	219	13.061	59°63		

Nasenhöhe

Varianz-Komponente	n	SAC	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	3.113	311°30	43°30	
Zwischen Geschlechtern	1	69	69°00	9°60	
Rest - Varianz	10	150	15°00	2°09	5 %
Zwischen Messreihen	21	3.332	158°67		
Innerhalb Messreihen	198	1.424	7°19		
Gesamt - Varianz	219	4.756	21°72		

Vergleich zwischen Geschlechtern

Hintere Zahnbogenlänge

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	143	14° 30	3° 08	
Zwischen Geschlechtern	1	29	29° 00	6° 25	
Rest - Varianz	10	137	13° 70	2° 95	1° 0 %
Zwischen Messreihen	21	309	14° 71		
Innerhalb Messreihen	198	918	4° 64		
Gesamt - Varianz	219	1.227	5° 60		

Vordere Zahnbogenbreite

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	309	30° 90	7° 72	
Zwischen Geschlechtern	1	98	9° 80	2° 45	-
Rest - Varianz	10	60	6° 00	1° 50	-
Zwischen Messreihen	21	467	22° 23		
Innerhalb Messreihen	198	792	4° 00		
Gesamt - Varianz	219	1.259	5° 74		

Vergleich zwischen Geschlechtern

Hintere Zahnbogenbreite

Varianz-Komponente	n	SAC	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	301	30°10	4°60	
Zwischen Geschlechtern	1	115	115°00	17°58	0°1%
Rest - Varianz	10	89	8°90	1°36	
Zwischen Messreihen	21	505	24°04		
Innerhalb Messreihen	198	1.295	6°54		
Gesamt - Varianz	219	1.800	8°21		

Hintere Zahnbogentiefe

Varianz-Komponente	n	SAQ	MAQ	F _{emp.}	p
Zwischen Jahrgängen	10	406	40°60	15°49	
Zwischen Geschlechtern	1	6	6°00	2°29	-
Rest - Varianz	10	33	3°30	1°26	-
Zwischen Messreihen	21	445	21°19		
Innerhalb Messreihen	198	520	2°62		
Gesamt - Varianz	219	965	4°41		

Korrelationen zwischen Kopflänge und Zahnbogenlänge

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	n	r	z	r	z
6	8	0'8085	1'12	0'1533	0'16
7	8	- 0'0502	- 0'05	0'1965	0'20
8	8	0'2873	0'30	0'6565	0'79
9	8	- 0'2659	- 0'27	- 0'1074	- 0'11
10	8	- 0'5712	- 0'65	0'4430	0'48
11	8	0'6065	0'70	- 0'3053	- 0'32
12	8	0'1126	0'11	0'3199	0'33
13	8	0'1654	0'17	- 0'0808	- 0'08
14	8	0'3078	0'32	- 0'4452	- 0'48
15	8	- 0'3496	- 0'36	- 0'3254	- 0'34
17	8	0'2725	0'28	0'0154	0'01
		$\bar{r} =$	0'1624	$\bar{r} =$	- 0'0068

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 17'011; p = 5 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 10'211; p = 30 \%$$

$$\bar{z} = 0'152; u = 1'33; p = 18 \%$$

$$\bar{z} = 0'058; u = 0'51; p = 61 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

$$\bar{z} = 0'094; u = 0'58; p = 56\%$$

Korrelationen zwischen hintere Gaumenhöhe u. Nasenhöhe

KNABEN				MÄDCHEN	
Alter	n	r	z	r	z
6	8	- 0'0856	- 0'08	0'2739	0'28
7	8	- 0'0118	- 0'02	- 0'2073	- 0'21
8	8	0'2919	0'30	0'4190	0'45
9	8	- 0'5445	- 0'61	0'2089	0'21
10	8	0'3996	0'42	0'3701	0'39
11	8	0'0887	0'09	- 0'2992	- 0'31
12	8	0'3605	0'38	0'4385	0'47
13	8	0'2398	- 0'24	0'1806	0'18
14	8	0'7874	1'06	0'2101	0'21
15	8	- 0'2771	- 0'28	0'5598	0'63
17	8	- 0'0698	- 0'07	0'7676	1'01
		$\bar{r} =$	0'0469	$\bar{r} =$	0'2957
		=====			

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 13'862; p = 10 \% \quad n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 9'350; p = 30 \%$$

$$\bar{z} = 0'086; u = 0'75; p = 45 \%$$

$$\bar{z} = 0'301; u = 2'64; p = 0'8 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

$$\bar{z} = 0'215; u = 1'33; p = 18\%$$

Korrelationen zwischen grösster Kopfbreite u. Jochbogenbreite

KNABEN				MÄDCHEN	
Alter	n	r	z	r	z
6	8	0°8951	1°43	0°5854	0°67
7	8	0°7639	1°01	0°5345	0°60
8	8	0°5958	0°68	0°4480	0°48
9	8	- 0°4634	- 0°50	0°3293	0°34
10	8	0°5427	0°61	0°5931	0°68
11	8	0°7616	1°00	0°2882	0°30
12	8	0°8436	1°23	0°0498	0°05
13	8	- 0°0369	- 0°04	0°4859	0°53
14	8	0°7934	1°08	0°5029	0°55
15	8	0°2087	0°21	0°8332	1°20
17	8	0°3819	0°40	0°2454	0°25
		<u>$\bar{r} = 0°5431$</u>		<u>$\bar{r} = 0°4476$</u>	
		=====		=====	

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 24°072; p = 0°1 \% \quad n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 6°256; p = 70 \%$$

$$\bar{z} = 0°646; u = 5°67; p = 0°1 \%$$

$$\bar{z} = 0°514; u = 4°51; p = 0°1 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

$$\bar{z} = 0°132; u = 0°82; p = 41 \%$$

Korrelationen zwischen grösste Kopfbreite und Augenwinkelabstand

KNABEN				MÄDCHEN	
Alter	n	r	z	r	z
6	8	0·6642	0·80	0·6774	0·82
7	8	0·4032	0·43	0·0988	0·10
8	8	0·3598	0·37	0·0685	0·07
9	8	- 0·3550	- 0·37	- 0·1506	- 0·15
10	8	- 0·0446	- 0·04	- 0·1088	- 0·11
11	8	0·6639	0·80	0·0081	0·01
12	8	0·2805	- 0·29	- 0·2468	- 0·25
13	8	- 0·6518	- 0·78	0·3617	0·38
14	8	0·7170	0·90	- 0·1214	- 0·12
15	8	0·4361	0·47	0·2897	0·30
17	8	- 0·1061	- 0·11	0·5649	0·64
		$\bar{r} =$	0·2537	$\bar{r} =$	0·1378

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 21·306; p = 1 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 8·283; p = 50 \%$$

$$\bar{z} = 0·198; u = 1·74; p = 8 \%$$

$$\bar{z} = 0·154; u = 1·35; p = 17 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

$$\bar{z} = 0·044; u = 0·27; p = 78 \%$$

Korrelationen zwischen grösste Kopfbreite und Zahnbogenbreite

KNABEN

MÄDCHEN

Alter	n	r	z	r	z
6	8	- 0°0154	- 0°01	0°1669	0°17
7	8	0°7938	1°08	0°8002	1°10
8	8	0°1350	0°14	- 0°0202	- 0°02
9	8	0°2073	0°21	0°4835	0°53
10	8	0°4357	0°46	- 0°3620	- 0°38
11	8	0°3687	0°38	- 0°0833	- 0°08
12	8	0°4758	0°52	- 0°1620	- 0°16
13	8	0°4230	0°45	0°6494	0°77
14	8	0°6861	0°84	0°2312	0°24
15	8	0°0513	0°05	0°1328	0°13
17	8	0°0691	0°07	0°7099	0°89
		$\bar{r} = 0°3455$		$\bar{r} = 0°2507$	
		=====		=====	

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 8°233; p = 50 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 15°617; p = 10 \%$$

$$\bar{z} = 0°381; u = 3°34; p = 0°1 \%$$

$$\bar{z} = 0°290; u = 2°54; p = 1 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

$$\bar{z} = 0°091; u = 0°56; p = 57 \%$$

Korrelationen zwischen Jochbogenbreite und Augenwinkelabstand

KNABEN				MÄDCHEN	
Alter	n	r	z	r	z
6	8	0°4780	0°52	0°6576	0°79
7	8	0°0842	0°08	0°3675	0°38
8	8	0°4932	0°54	- 0°2441	- 0°25
9	8	- 0°0377	- 0°04	0°3352	0°35
10	8	0°3289	0°34	- 0°3308	- 0°34
11	8	0°5524	0°62	- 0°4604	- 0°50
12	8	0°1506	0°15	- 0°2296	- 0°23
13	8	0°1803	0°18	0°4307	0°46
14	8	0°8336	1°20	0°1467	0°15
15	8	- 0°0254	- 0°02	0°0371	0°04
17	8	0°6537	0°78	0°1329	0°13
		$\bar{r} = 0°3675$		$\bar{r} = 0°1015$	

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 10°174; p = 30 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 10°761; p = 30 \%$$

$$\bar{z} = 0°395; u = 3°47; p = 0°1 \%$$

$$\bar{z} = 0°089; u = 0°78; p = 43 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

$$\bar{z} = 0°306; u = 1°90; p = 5 \%$$

Korrelationen zwischen Jochbogenbreite und Zahnbogenbreite

Alter	KNABEN			MÄDCHEN	
	n	r	z	r	z
6	8	0·0671	0·07	- 0·1655	- 0·17
7	8	0·3205	0·33	0·5356	0·60
8	8	0·0115	0·01	0·5876	0·67
9	8	0·1934	0·20	0·3206	0·33
10	8	0·3436	0·36	- 0·0948	- 0·09
11	8	0·3823	0·40	0·4607	0·50
12	8	0·3395	0·35	0·3669	0·38
13	8	0·0739	0·07	0·4930	0·54
14	8	0·7726	1·03	0·4444	0·48
15	8	0·6203	0·73	- 0·1982	- 0·20
17	8	0·1513	0·16	- 0·1329	- 0·13
		$\bar{r} = 0·3024$		$\bar{r} = 0·2288$	
		=====		=====	

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 6·573; p = 70 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 8·108; p = 50 \%$$

$$\bar{z} = 0·337; u = 2·96; p = 0·3 \%$$

$$\bar{z} = 0·265; u = 2·32; p = 2 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

$$\bar{z} = 0·072; u = 0·45; p = 65 \%$$

Korrelationen zwischen Augenwinkelabstand und hintere Zahnbogenbreite

KNABEN				MÄDCHEN	
Alter	n	r	z	r	z
6	8	- 0° 1204	- 0° 12	- 0° 2954	- 0° 30
7	8	0° 3205	0° 33	0° 0365	0° 04
8	8	- 0° 1309	- 0° 13	- 0° 1105	- 0° 11
9	8	0° 1095	0° 11	0° 3269	0° 34
10	8	0° 2586	0° 26	0° 6008	0° 69
11	8	0° 0306	0° 03	- 0° 3488	- 0° 36
12	8	- 0° 0499	- 0° 05	0° 2721	0° 28
13	8	- 0° 5195	- 0° 58	0° 2763	0° 28
14	8	0° 9698	2° 09	- 0° 4000	- 0° 42
15	8	0° 4054	0° 43	- 0° 2038	- 0° 21
17	8	0° 5573	0° 63	0° 1196	0° 11
		<u>$\bar{r} = 0° 2620$</u>		<u>$\bar{r} = 0° 0342$</u>	
		=====		=====	

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 32° 839; p = 0° 1 \%$$

$$n = 10; \chi^2_{\text{emp.}} = 8° 427; p = 50 \%$$

$$\bar{z} = 0° 273; u = 2° 40; p = 1 \%$$

$$\bar{z} = 0° 031; u = 0° 27; p = 78 \%$$

Vergleich Mädchen - Knaben

$$\bar{z} = 0° 242; u = 1° 501; p = 13 \%$$

Korrelations-Matrizen der Höhenmasse

KNABEN

$$\begin{pmatrix} 1 \cdot 0000 & 0 \cdot 0469 \\ 0 \cdot 0469 & 1 \cdot 0000 \end{pmatrix}$$

MÄDCHEN

$$\begin{pmatrix} 1 \cdot 0000 & 0 \cdot 2957 \\ 0 \cdot 2957 & 1 \cdot 0000 \end{pmatrix}$$

Hintere Zahnbogentiefe
Nasenhöhe

Korrelations-Matrizen der Längenmasse

KNABEN

$$\begin{pmatrix} 1 \cdot 0000 & - 0 \cdot 1624 \\ - 0 \cdot 1624 & 1 \cdot 0000 \end{pmatrix}$$

MÄDCHEN

$$\begin{pmatrix} 1 \cdot 0000 & - 0 \cdot 0068 \\ - 0 \cdot 0068 & 1 \cdot 0000 \end{pmatrix}$$

Grösste Kopflänge
Hintere Zahnbogenlänge

Korrelations-Matrizen der Breitenmasse

KNABEN

$\left\{ \begin{array}{l} 1\cdot0000 \\ 0\cdot5432 \\ 0\cdot2537 \\ 0\cdot3455 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0\cdot5432 \\ 1\cdot0000 \\ 0\cdot3675 \\ 0\cdot3024 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0\cdot2537 \\ 0\cdot3675 \\ 1\cdot0000 \\ 0\cdot2620 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0\cdot3455 \\ 0\cdot3024 \\ 0\cdot2620 \\ 1\cdot0000 \end{array} \right\}$
--	--	--	--

$$R = 0\cdot50985$$

$$n = 6; \chi^2_{\text{emp.}} = 65\cdot203; p = 0\cdot1 \%$$

MÄDCHEN

$\left\{ \begin{array}{l} 1\cdot0000 \\ 0\cdot4476 \\ 0\cdot1377 \\ 0\cdot2507 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0\cdot4476 \\ 1\cdot0000 \\ 0\cdot1015 \\ 0\cdot2288 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0\cdot1377 \\ 0\cdot1015 \\ 1\cdot0000 \\ 0\cdot0342 \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0\cdot2507 \\ 0\cdot2288 \\ 0\cdot0342 \\ 1\cdot0000 \end{array} \right\}$
--	--	--	--

$$R = 0\cdot72036$$

$$n = 6; \chi^2_{\text{emp.}} = 31\cdot811; p = 0\cdot1 \%$$

Grösste Kopfbreite

Jochbogenbreite

Innerer Augenwinkelabstand

Hintere Zahnbogenbreite

E) LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Adler P. 1949. Der Einfluss der Zähne, des Kauaktes und der Beweglichkeit auf die Entwicklung der Kiefer.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 4, 95
- 2) Bakes, J. 1938. Untersuchungen über Kiefer-Schädelbeziehungen.
Med. Diss. München 1938.
- 3) Bauer R.K. 1956. Methoden der simultan Analyse mehrerer anthropologischer Merkmale.
Ber. 5 Tg. Dtsch. ges. Anthrop.
Musterschmidt, Göttingen 1956, 171
- 4) Baume L.J. 1941. Über natürliche Veränderungen im Gebiet des menschlichen Gebisses und Gesichtes.
Schweiz. Mschr. Zahnhk. 51. Nr. 7
- 5) Bartlett M.S. 1947. Multivariate analysis.
J. Roy. Statist. Soc. 9. 176
- 6) Bimler H.P. 1948. Der Fotoplan.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 3. 1009
- 7) Bober H. 1950. Günstiger Einfluss der Kieferdehnung auf die Zwischenhirn-Hypophysengegend.
Zahnärztl. Welt. Konstanz. Heft 11.
- 8) Broekmann R.W. 1929. Der Zusammenhang zwischen Schädel und Gebissentwicklung.
Zahnärztl. Rdsch. 38. Nr. 14
- 9) Derichsweiler H. 1956. Die Gaumennahterweiterung.
Carl Hanser München.
- 10) Duyzings 1941. Wachstumserscheinungen am Gesicht und Schädel und Folgerungen für die Kieferorthopädie.
Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 8. 554
- 11) Ehrhardt O. 1937. Planometrische Untersuchungen von 31 Familien. Ein Versuch, die Frage der Vererbbarkeit des hohen Gaumens zu klären. Med. Diss. Halle
(1936 gedruckt).

- 12) Fisher R. A. On the probable error of a coefficient of correlation deduced from a small sample. M. 1 no. 4. (1921) p. 1.
- 13) Fisher and Yates 1957. Statistical Tables for Biological Agricultural and Medical Research. Oliver and Boyd, Edinburgh, London.
- 14) Frevert-Boelcke A. Die Gaumennahtsprengung. 1954. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 9, 511
- 15) Gerlach H. 1953. Klinische Erfahrung über die Korrelation von Mundatmung und Kieferanomalien. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 8, 974
- 16) Herrfurth W. 1935. Untersuchungen zur Formgestaltung des Gaumens in seiner Entwicklung vom Kinde bis zum Greis. Med. Diss. Leipzig.
- 17) Korkhaus G. 1941. Über den Einfluss der Erbmasse auf das Gebiss. Befunde an Drillingen und Vierlingen. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 8, 247
- 18) Korkhaus G. 1942. Die Auswirkungen von frühzeitigem Zahnverlust auf den wachsenden Kiefer. Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 9, 337
- 19) Kranz P. P. 1949. Klinische Zahnheilkunde und ihre Grenzgebiete. Carl Hanser München.
- 20) Landsberger 1939. Die treibenden Kräfte zur Dehnung und Streckung des Gesichtsschädels. Zahnärztl. Rdschr. 38, Nr. 23
- 21) Lennarts A. 1939. Verminderung der Gaumenhöhe durch orthodontische Behandlung, festgestellt anhand von Oberkiefermessungen. Diss. Freiburg im Breisgau.
- 22) Loebell H. 1947. Das Grenzgebiet Hals-Nasen-Ohren und Zahnheilkunde. Zahnärztl. Welt, Konstanz. 2, Nr. 1/2
- 23) Martin R. 1928. Lehrbuch der Anthropologie. Jena 1928.

- 24) Methling O. 1939. Über die Beziehungen zwischen Neurokranium und Splanchnokranium zum Gaumen.
Med. Diss. Greifswald.
- 25) Noltemeier H. 1942. Vorzeitige Entfernung von Zahnkeimen als therapeutisches Mittel in der Kiefer- und Gesichtorthopädie.
Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 7. Heft 1.
- 26) Reichert H. 1929. Die Zunge als Hauptkraft zur Dehnung und Streckung des Gesichtsschädels.
Zahnärztl. Rdsch. 38. Nr. 29
- 27) Rummel G. 1928. Einfluss der Kaumuskulatur auf die Kiefer- und Schädelbildung.
Zahnärztl. Anthropol. 20. Heft 2.
- 28) Saller K. 1930. Leitfaden der Anthropologie.
Julius Springer. Berlin.
- 29) Saller K. 1950. Allgemeine Konstitutionslehre.
Hippokrates Verlag Marquardt & Cie, Stuttgart.
- 30) Saller K. 1954. Zur Anatomie der Geschlechter beim Menschen.
Acta anat. 20. 62-92
- 31) Saller K. 1956. Lehrbuch der Anthropologie.
Günter Fischer Verlag, Stuttgart.
- 32) Sandberg T. u.
Mellquist C. 1940. Odontologische und anthropologische Studien an ca. 1400 Schädeln aus dem Mittelalter in Schweden und Grönland.
Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 7. 1
- 33) Schuricht H. 1952. Über Veränderungen am Unterkiefer während der genetischen und phylogenetischen Entwicklung.
Max Niemeyer. Halle (Saale).
- 34) Schwarz R. 1940. Die Extraktion von Zähnen zur Behebung des Distal-bisses und ihre Begründung.
Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 7. 654
- 35) Smyth C. u.
Young M. 1936. Wachstum des Gesichtsschädels bei Kindern, unter Berücksichtigung des Gebisses.
Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 3. 477

- 36) Teuber A. 1942. Die Beziehungen von Zahnbogen und Gaumen zu den Schädel- und Gesichtsformen vom Mesolithikum zur Gegenwart. Diss. Basel.
- 37) Weber Bemerkungen zum Aufbau des Gesichtsschädels. D. zahnärztl. Wschr. 27. Nr. 8
- 38) Weidenreich F. 1931. Körperbautypus, Gesicht und Kiefergestaltung und die Selbstregulation von Disharmonien. Paradenium Berlin. 3. Nr. 1
- 39) Wetzel G. 1951. Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte und Studierende der Zahnheilkunde. Gustav Fischer, Jena.
- 40) Wünsche H.W. 1953. Altersveränderungen metrischer Merkmale in der Kindheit und beim Erwachsenen, sowie ihre Beziehung zum sozialen Milieu und zum Habitus. Sonderdruck a.d. Zeitschrift f. Morphol. u. Anthropol. 1953. 45. 368 - 415.
- 41) Zieglmayer G. 1956. Die Indikation der Gaumennahterweiterung vom anthropologischen Standpunkt. Sonderdruck aus Fortschritte der Kieferorthopädie. 17. Heft 1.
- 42) Zieglmayer G. 1956. Ein Beitrag im Buch von Derichsweiler "Die Gaumennahterweiterung". Carl Hanser München.

Mein aufrichtiger Dank gebührt Herrn Professor Dr. Dr. SALLER, Direktor des Anthropologischen Instituts, für die gütige Überlassung des Themas. Herzlich danke ich auch Herrn Dr. ZIEGELMAYER, der mich jederzeit mit freundlichen, hilfsbereiten Anregungen unterstützte. Ferner bin ich Herrn LIEBRICH sehr zu Dank verpflichtet, der mir bei der statistischen Auswertung meines Materials behilflich war.

L E B E N S L A U F

Am 16. September 1934 wurde ich Ulrich Kynast, als Sohn des Zahnarztes Karl Kynast und dessen Ehefrau Lucia, geb. Wieltch, in Breslau geboren. Von 1940 - 1946 besuchte ich nacheinander die Volksschulen in Breslau, Ketschdorf (Schlesien) und Landshut (Niederbayern). In Landshut trat ich 1946 in die Oberrealschule über. Im Juni 1954 unterzog ich mich mit Erfolg der Reifeprüfung. Im November 1954 begann ich das Studium der Zahnheilkunde an der Universität München. Nach drei Semestern bestand ich das Physikum und nach weiteren sechs klinischen Semestern schloss ich im Frühjahr 1959 mein Studium mit dem zahnärztlichen Staatsexamen ab. Am 7. Juli 1959 erhielt ich die Approbation als Zahnarzt. Ab 1.11. 1959 bin ich als zahnärztlicher Assistent in Nürnberg tätig.

